

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Programa de Pós-Graduação em Sistemas de**  
**Produção Agrícola Familiar**



**Dissertação**

**SUBSTRATOS À BASE DE CASCA DE ARROZ PARA O CULTIVO  
DE FLORES DE CORTE EM SISTEMA DE CANAIS COM  
RECIRCULAÇÃO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA**

**Daniela Höhn**

**Pelotas, 2017**

**DANIELA HÖHN**

**SUBSTRATOS À BASE DE CASCA DE ARROZ PARA O CULTIVO DE FLORES  
DE CORTE EM SISTEMA DE CANAIS COM RECIRCULAÇÃO DA SOLUÇÃO  
NUTRITIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Roberta Marins Nogueira Peil

Co-Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Grolli

Pelotas, 2017.

**Banca Examinadora:**

.....  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Roberta Marins Nogueira Peil  
Universidade Federal de Pelotas

.....  
Prof. Dr. Roberto Trentin  
Universidade Federal de Pelotas

.....  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elisabeth Stumpf  
Instituto Federal Sul-rio-grandense

.....  
Prof. Dr. Gabriel N. Marques  
Instituto Federal Rio Grande do Sul

A minha família, ao meu namorado Diórgenes Yuri,  
pelo incentivo e apoio para a minha formação.

**DEDICO**

## **Agradecimentos**

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de participar do programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, para a obtenção do grau de Mestre.

A minha família, pelo apoio incondicional e carinho que me foi dado desde sempre.

Ao meu grande amor Diórgenes Yuri, pela compreensão, companheirismo e amizade em todos os momentos bons ou difíceis, porém sempre juntos. Seu apoio foi fundamental para chegar até aqui.

À professora Roberta Peil, por permitir a realização do mestrado sob a sua orientação, com toda a dedicação e compreensão, se fazendo presente em todos os momentos deste trabalho, dando seus conselhos pessoais e profissionais e por ser fonte inesgotável de ternura e conhecimento. Exemplo de ética e profissionalismo.

Ao professor Paulo Roberto Grolli por ter aceitado o desafio da co-orientação, por ser um grande mestre, sanando as dúvidas, fazendo sugestões construtivas e pela dedicação em ensinar, pelas broncas, pela perspicácia em fazer acontecer este trabalho. Enfim pela amizade e compreensão ao longo desta trajetória.

A todos os colegas do curso de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar por tornarem o Mestrado uma experiência possível. Em especial aos colegas (Douglas, Gabriel e Dionvera), pela amizade e ajuda na condução dos experimentos.

A amiga e colega Laís, pela ajuda na condução dos experimentos, pelas horas divididas nas atividades de campo, pelas conversas, risadas, e especialmente pelo companheirismo, experiência, e por ser fonte inesgotável de paciência. Enfim, minha eterna gratidão. Desejo todo sucesso.

Aos colegas bolsistas da graduação do cultivo sem solo (Albertina, Thiago, Willian e Rodrigo), em especial a Albertina por toda a dedicação nas atividades e nos trabalhos desenvolvidos. Meu eterno agradecimento.

Finalmente, minha singela gratidão a todas as pessoas que de alguma forma, ajudaram através de ensinamentos, ideias, sugestões, ações, amizade e energias positivas e que contribuíram para a conclusão de mais uma etapa da minha vida. Muito obrigado a todos.

“Ninguém caminha sem aprender a caminhar, sem aprender a fazer o caminho caminhando, refazendo e retocando o sonho pelo qual se pôs a caminhar”.

Paulo Freire

## Resumo

HÖHN, Daniela. **Substratos à base de casca de arroz para o cultivo de flores de corte em sistema de canais com recirculação da solução nutritiva**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

As flores de corte, de maneira geral, são bastante suscetíveis às variações ambientais, sobretudo deficiência hídrica, temperaturas extremas, problemas do meio de cultivo, que podem resultar no desenvolvimento deficiente da produção final. O cultivo de flores de corte em substrato disposto em canais, com recirculação da solução nutritiva drenada, pode ser uma alternativa para a obtenção de elevado rendimento produtivo de hastes florais de qualidade, além de promover a otimização de recursos, materiais e uso racional da água. Neste sentido, torna-se interessante o estudo do efeito de substratos à base de casca de arroz, material abundante no sul do Brasil, sobre o crescimento, a qualidade e as respostas produtivas das plantas de gipsofila (*Gypsophila paniculata*) e lisiantos (*Eustoma grandiflorum*). Paralelamente, é importante a utilização de adequado manejo fitotécnico para que as plantas respondam positivamente ao sistema proposto. Desta forma, dois experimentos foram conduzidos em casa de vegetação na Universidade Federal de Pelotas, no município de Capão do Leão – RS no ano de 2015/2016. O experimento 1 teve como objetivo avaliar diferentes substratos à base de casca de arroz [casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de arroz *in natura* (CAIN), empregadas isoladamente, e as misturas de CAC + substrato comercial orgânico S10 (Beifort<sup>®</sup>) (15%) e CAIN + S10 (15%)] e a época de poda (precoce e tardia) para a produção de gipsofila. Avaliaram-se o crescimento, a produção, a qualidade, a soma térmica, o consumo hídrico e a fenologia da cultura. Os resultados obtidos no experimento 1 indicaram que, para todas as variáveis analisadas, não houve interação significativa entre substrato e época de poda. Pode-se indicar os substratos de CAC 100% ou a mistura CAIN + S10 (15%) para o cultivo de gipsofila em canais. O substrato CAIN 100% resultou em menor crescimento da parte aérea, menor produção e inferior qualidade das hastes. Os substratos não afetaram a partição de massa seca entre

flores e órgãos vegetativos e o equilíbrio entre o crescimento da parte aérea e das raízes. A poda tardia antecipou o ciclo da cultura, aumentou o crescimento das hastes e a produtividade de gipsofila, melhorando a qualidade. O período de maior soma térmica acumulada (STa) para a poda precoce é na fase fenológica de alongação e iniciação floral (III) e para a tardia na fase vegetativa (I). O maior consumo de água pelas plantas ocorreu na fase III, tanto para o acumulado, quanto para o consumo diário. O consumo médio total acumulado durante o ciclo foi de 7,05 litros planta<sup>-1</sup> e o consumo médio diário foi de 0,309 litros planta dia<sup>-1</sup>. Os substratos CAC+S10 e CAIN+S10 foram superiores na eficiência no uso da água (EUA) para a produção de massa fresca (MF) em relação aos materiais puros, e não afetaram a produção de massa seca (MS). Foi verificado que as plantas de gipsofila produziram em média 9,36 g de MS para cada litro de água consumido. No segundo experimento, o objetivo foi avaliar o crescimento e a qualidade das plantas de lisiantos, também, em diferentes substratos à base de casca de arroz [casca de arroz carbonizada (CAC); casca de arroz *in natura* (CAIN); CAC (70%) + substrato comercial orgânico S10 (Beifort®) (30%) e CAIN (70%) + S10 (Beifort®) (30%)]. Os substratos CAIN + S10 e CAC podem ser utilizados para a produção de lisiantos para flor de corte em sistema de cultivo em canais com recirculação da solução nutritiva, uma vez que ambos proporcionaram hastes com elevado padrão de qualidade, com destaque para o primeiro, que promoveu um maior crescimento das plantas. O uso de CAIN como material isolado para substrato prejudicou o crescimento das plantas e impediu o florescimento, modificando as relações de partição de massa seca entre os órgãos das plantas. Os resultados são decorrentes da melhor qualidade das características físicas e químicas do substrato CAIN+S10, em virtude da presença do composto orgânico, que aumentou a capacidade de retenção de água, e da alta porosidade da CAIN. Assim, constata-se que a gipsofila e o lisiantos adaptaram-se de forma adequada ao sistema de cultivo em canais preenchidos com substratos à base de casca de arroz, com recirculação do lixiviado.

**Palavras-chave:** *Gypsophila paniculata*, *Eustoma grandiflorum*, substratos, consumo hídrico, cultivo sem solo.



## Abstract:

HÖHN, Daniela. **Rice husk substrates for the cut flowers cultivation in growing troughs system with nutrient solution recirculation**. 2017. Dissertation (Master Degree em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Cut flowers, in general, are very susceptible to environmental variations, especially water stress, excessive temperatures, composition of the culture medium, among others, resulting in the deficient and discrepant development of the final production. The cultivation of cut flowers in growing troughs filled with substrates and the recirculation of the nutrient solution can be an alternative to obtain high flower stems productive yield and quality, besides the optimization of resources and rational use of water. In this sense, to study the effect of substrates based on rice husk, a high availability material in southern Brazil, on the gypsophila (*Gypsophila paniculata*) and lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) plant growth, quality and yield is necessary. In parallel, it's important to use phytotechnical management careful so that plants respond adequately to the proposed system. Thus, two experiments were conducted in a greenhouse at the Federal University of Pelotas (UFPe), Capão do Leão city - RS, between 2015/2016. The experiment 1 had the objective of evaluating different substrates based on carbonized rice husk (CAC) and raw rice husk (CAIN), used in isolation, and the mixtures of CAC + commercial organic substrate S10 (Beifort®) (15%), CAIN + S10 (15%) and the pinch season (early and late) for the gipsophila production. Growth, production, quality, water consumption and crop phenology were evaluated. The results obtained in experiment 1 indicated that, for all variables analyzed, there was no significant interaction between substrate and pinch season. The substrates of 100% CAC or the CAIN + S10 mixture (15%) may be indicated for Gypsophila cultivation in troughs. The 100% CAIN substrate predisposed to lower shoot growth, lower shoot production and lower quality. However, the substrates did not affect the dry matter partitioning between flowers and vegetative organs and the balance between shoot and root growth. Late pinch anticipated the crop cycle, increased gypsophila growth and productivity, benefiting the quality of the stems in length. The greatest thermal sum (TSa) period for early pinch was in the flower

elongation and initiation phenological phase (III) and for late pinch in vegetative phase (I). The highest water consumption by plants occurred in phase III, both for accumulated and daily consumption. The total average consumption accumulated during the cycle was 7.05 liters plant<sup>-1</sup> and the daily average consumption was 0.309 liters plant<sup>-1</sup>. In relation to the water use efficiency (WUE) for the production of fresh mass (FM) of stems, the substrates CAC + S10 and CAIN + S10 were superior than pure materials, but did not differ from each other. Regarding the WUE for the dry mass (DM) production of stems and the total of the plants there was no effect of the substrates. Thus, it was verified that the gypsophila plant produced on average 9.36g of DM for each 1 liter of water consumed. In the second experiment, the objective was to evaluate the growth and quality of Lisianthus plants, also, on different substrates based on rice husk (CAC); rice husk in natura(CAIN); CAC (70%) + organic commercial substrate S10 (Beifort®) (30%) and CAIN (70%) + S10 (Beifort®) (30%). The use of CAIN as an isolated substrate material impaired plant growth and prevented flowering by modifying the DM partitioning relationships among plant organs. The CAIN + S10 and CAC substrates can be used for the cut flower lisianthus production in a troughs system, with nutrient solution recirculation, since both provided stems with a high quality standard, especially the first one, which promoted greater plant growth. The results are due to the improvement of the physical and chemical qualities of the CAIN + S10 substrate. The organic compound increased the water retention capacity and CAIN ensured a high porosity to the mixture throughout the crop. Thus, it was verified that gypsophila and lisianthus were adequately adapted to the growing troughs system in with substrates based on rice husk, with leach recirculation.

**Key words:** *Gypsophila paniculata*, *Eustoma grandiflorum*, substrates, water consumption, no soil cultivation.

## Lista de Figuras

**Artigo 2** .....71

**Figura 1.** Consumo hídrico acumulado em função do número de semanas após o transplante de gipsofila, cultivado em diferentes substratos à base de casca de arroz em sistema de cultivo em canais, com recirculação da solução nutritiva.....85

**Apêndice** .....117

**Figura 1** - Visão geral do experimento um: Cultivo de *Gypsophila paniculata* em canais com recirculação da solução nutritiva. Capão do Leão (RS), 2016.....118

**Figura 2** – Canais preenchidos com substratos à base de casca de arroz e detalhe da poda apical no cultivo de *Gypsophila paniculata*. Capão do Leão (RS), 2016.....118

**Figura 3** - Visão geral do experimento dois: Produção de lisiantos empregando substratos à base de casca de arroz em canais de cultivo com recirculação da solução nutritiva. Capão do Leão (RS), 2016.....119

## Lista de Tabelas

<b>PROJETO DE PESQUISA.....</b>	<b>22</b>
---------------------------------	-----------

<b>Tabela 1 - Atividades previstas durante a execução do projeto.....</b>	<b>38</b>
---	-----------

<b>ARTIGO I.....</b>	<b>48</b>
----------------------	-----------

<b>Tabela 1 - Características físicas e químicas dos substratos casca de arroz <i>in natura</i> (CAIN) e casca de arroz carbonizada (CAC), utilizados isoladamente e em mistura com substrato comercial S10 (Beifort®) na proporção de 15%, para o cultivo de <i>Gypsophila paniculata</i> em sistema de cultivo em canais com recirculação da solução nutritiva.....</b>	<b>54</b>
---	-----------

<b>Tabela 2 - Efeito do substrato e de duas épocas de poda apical sobre a produção e a partição de massa seca (MS) entre os diferentes órgãos aéreos de plantas de <i>Gypsophila paniculata</i>, em dois ciclos produtivos, em sistema de cultivo em canais com recirculação da solução nutritiva.....</b>	<b>58</b>
--	-----------

<b>Tabela 3 - Efeito do substrato e de duas épocas de poda apical sobre a produção de massa seca de raízes e a relação massa seca parte aérea/massa seca de raízes de <i>Gypsophila paniculata</i> em sistema de cultivo em canais com recirculação da solução nutritiva.....</b>	<b>60</b>
---	-----------

<b>Tabela 4 - Efeito do substrato e de duas épocas de poda apical sobre a qualidade e as respostas produtivas de hastes de <i>Gypsophila paniculata</i>, em dois ciclos produtivos, em sistema de cultivo em canais com recirculação da solução nutritiva.....</b>	<b>61</b>
--	-----------

<b>ARTIGO II.....</b>	<b>71</b>
-----------------------	-----------

<b>Tabela 1 - Características físicas e químicas dos substratos casca de arroz <i>in natura</i> (CAIN) e casca de arroz carbonizada (CAC), utilizados isoladamente e em mistura</b>	
---	--

com substrato comercial S10 (Beifort<sup>®</sup>) na proporção de 15%, para a produção de *Gypsophila paniculata* em sistema de cultivo em canais com recirculação da solução nutritiva.....77

**Tabela 2-** Fases fenológicas e soma térmica acumulada (STa) de *Gypsophila paniculata* submetida a duas épocas de poda apical e cultivada em substratos à base de casca de arroz em sistema de cultivo de canais com recirculação da solução nutritiva.....81

**Tabela 3-** Consumo hídrico acumulado e diário (litros planta<sup>-1</sup>), nas diferentes fases fenológicas de gipsofila cultivada em diferentes substratos a base de casca de arroz em sistema de cultivo em canais com recirculação da solução nutritiva.....82

**Tabela 4** Eficiência no uso da água na produção de massa (MF) e massa seca (MS) de plantas de gipsofila, cultivadas em diferentes substratos à base de casca de arroz em sistema de cultivo em canais com recirculação da solução nutritiva.....86

**ARTIGO III.....90**

**Tabela 1-** Características físicas e químicas dos substratos casca de arroz *in natura* (CAIN) e casca de arroz carbonizada (CAC), utilizados isoladamente e em mistura com substrato comercial S10 (Beifort<sup>®</sup>) na proporção de 30%, no início e ao final do cultivo de lisiantos em diferentes substratos à base de casca de arroz em sistema de canais com recirculação do lixiviado.....106

**Tabela 2-** Produção de massa seca de caule, folhas, flores, parte aérea e raízes e área foliar de plantas de lisiantos White Excalibur cultivadas em diferentes substratos à base de casca de arroz em sistema de canais com recirculação do lixiviado.....106

**Tabela 3.** Partição de massa seca entre os diferentes órgãos da planta e relação parte aérea/raízes de lisiantos da cultivar White Excalibur em diferentes substratos à base de casca de arroz e sistema de canais com recirculação do lixiviado.....107

**Tabela 4.** Valores médios das variáveis: comprimento de haste, diâmetro de haste, área foliar, número de flores abertas, diâmetro de flor e número de botões florais com potencial ornamental para plantas da cv. de lisiantos White Excalibur cultivadas em diferentes substratos à base de casca de arroz em sistema de canais com recirculação do lixiviado.....107

## Sumário

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>PROJETO DE PESQUISA.....</b>	<b>22</b>
<b>1. Identificação.....</b>	<b>24</b>
1.1 Instituição.....	24
1.2 Equipe.....	24
<b>2. Antecedentes e Justificativa.....</b>	<b>25</b>
<b>3. Objetivos e Metas.....</b>	<b>28</b>
3.1 Objetivo geral .....	28
3.2 Objetivos específicos.....	28
3.3 Metas .....	28
<b>4. Material e Métodos.....</b>	<b>29</b>
4.1 Descrição do experimento.....	29
4.2 Avaliações previstas e medidas experimentais.....	31
4.2.1 Avaliações fenológicas e fenométricas.....	31
4.2.2 Medidas agrometeorológicas.....	32
4.2.3 Análise química e física dos substratos.....	33
4.2.4 Análise do consumo hídrico e da eficiência no uso da água (EUA) .....	33
4.3 Delineamento experimental e análise estatística dos resultados.....	34
<b>5. Resultados e Impactos esperados.....</b>	<b>35</b>
<b>6. Recursos necessários.....</b>	<b>36</b>
6.1 Material de consumo.....	36
6.2 Material permanente.....	36
6.3 Outros (Inscrições, diárias e passagens).....	36
6.4 Orçamento geral.....	37
<b>7. Cronograma de execução da pesquisa.....</b>	<b>38</b>
<b>8. Divulgação dos resultados.....</b>	<b>39</b>
<b>9. Referências bibliográficas.....</b>	<b>40</b>
<b>RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO.....</b>	<b>41</b>
<b>ARTIGO I. Substratos à base de casca de arroz e época de poda para produção de gipsofila em canais com solução nutritiva recirculante.....</b>	<b>48</b>

Resumo.....	49
Abstract.....	50
Introdução.....	51
Material e métodos.....	52
Resultados e discussão .....	57
Conclusões.....	68
Referências.....	68
<b>ARTIGO II.</b> Fenologia, consumo hídrico e eficiência no uso da água de gipsofila ( <i>Gypsophila paniculata</i> ) cultivada em calhas com substrato.....	<b>71</b>
Resumo.....	72
Abstract.....	73
Introdução .....	74
Material e métodos.....	76
Resultados e discussão .....	80
Conclusões.....	87
Referências.....	88
<b>ARTIGO III.</b> Produção de lisiantos empregando substratos à base de casca de arroz em canais de cultivo com recirculação da solução nutritiva.....	<b>90</b>
Resumo.....	91
Abstract.....	92
Introdução .....	93
Material e métodos.....	95
Resultados e discussão.....	97
Conclusões.....	103
Literatura citada.....	104



<b>CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>108</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>117</b>

## Introdução

A cadeia de flores e plantas ornamentais apresenta características bastante dinâmicas. Seus agentes estão constantemente proporcionando novas técnicas de produção, melhoria e inovações em produtos para atender às exigências do mercado, especialmente no que se refere à qualidade e preços competitivos (IBRAFLOR, 2015). O setor representa uma das principais atividades geradoras de ocupação e emprego, rendimento em pequenas áreas, retorno econômico aos produtores e, especialmente, incorpora importante parcela do trabalho feminino rural, o que proporciona a expansão das regiões produtoras (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014).

No Brasil, a produção de flores de corte concentra-se especialmente na região de São Paulo, representando o maior percentual produzido no País. No entanto, o País tem condições de expandir sua produção para outras regiões, em função das condições favoráveis de clima e da redução dos custos (com aquecimento e controle do ambiente nas estufas) comparado aos países da Europa (PETRY, 2008).

No Rio Grande do Sul, o cultivo de plantas ornamentais tem se destacado no cenário nacional, cujo mercado interno absorve toda a produção local e importa significativa parcela da produção de outros estados produtores (GIRARDI, 2012). Cerca de 60 a 70% das flores consumidas no Rio Grande do Sul vem de outras regiões (IBRAFLOR, 2015).

De acordo com dados do Governo do Rio Grande do Sul, no ano de 2012, do total consumido na área de paisagismo (plantas verdes, forrações e gramas), 30% vieram de outros estados e no total de flores (corte/vaso) consumidas, 87% vieram de outros centros produtivos (IBRAFLOR, 2014). Desta forma, o setor contribui significativamente para o crescimento econômico do estado.

Uma característica marcante da produção de flores no Rio Grande do Sul é que o estado apresenta somente uma safra, principalmente de flores de corte, enquanto outros estados conseguem um maior número (IBRAFLOR, 2015). Este fato ocorre principalmente pelas condições edafoclimáticas que acabam sendo um fator limitante, para a expansão do setor nas diversas regiões do estado.

A grande variação do clima dificulta o manejo adequado e a sanidade das espécies, mesmo quando cultivadas em ambiente protegido. O surgimento de doenças foliares e relacionadas ao sistema radicular torna-se um entrave na produção de flores, especialmente no inverno, quando a umidade é alta e as temperaturas baixas.

Além disso, as dificuldades ergonômicas em manejar as culturas e as colheitas rentes ao solo, também são aspectos importantes que limitam o cultivo de flores, uma vez que, as posturas adotadas pelos produtores em boa parte são inadequadas nas diferentes fases do processo produtivo BARTH et al., (2016), como por exemplo no transplante de mudas e colheita. Os trabalhadores ficam agachados por várias horas executando suas atividades, de forma inadequada. Isso causa desconforto e ao longo do tempo problemas de saúde, devido ao trabalho oneroso que enfrentam. Além da falta de mão de obra, cada vez mais escassa na agricultura familiar, tornando-se outro entrave no setor. Estes problemas acabam dificultando o cultivo das espécies, o que leva a buscar novas técnicas de produção e menos onerosas.

O cultivo sem solo, com o uso de substratos, pode ser uma alternativa, podendo proporcionar melhoria das condições de trabalho. Uma vez que o cultivo é realizado em bancadas elevadas do solo, permitindo em que os produtores trabalhem em pé, de forma mais confortável. Além disso, o uso de substrato pode ser um meio de cultivo livre de doenças das quais o solo é a principal fonte de inóculo (REIS et al., 2011). Com isso, é possível reduzir também o uso excessivo de agrotóxicos na produção de flores, que é intenso no Brasil. Assim, é fundamental desenvolver sistemas de cultivo que reduzem esses entraves, sem elevar os custos de produção.

Além disso, o cultivo em substratos pode permitir a produção de plantas em áreas onde as técnicas tradicionais são dificultadas ou impraticáveis, como em solos salinos. Alguns produtores de hortaliças já tem adotado o cultivo em canais preenchidos com substrato, que otimiza o uso da área de cultivo, com menor custo de materiais, como o uso de vasos. Contudo, para o cultivo de flores de corte o sistema em canais ainda não tem sido testado, apesar do uso de vasos ser bastante utilizado.

Os sistemas de cultivo em substrato adotados para a produção de plantas hortícolas são abertos, com drenagem livre da solução nutritiva excedente à

capacidade máxima de retenção de água do substrato, ocasionando um grande desperdício de água e fertilizantes e elevado impacto ambiental (ANDRIOLO et al., 2009). Como alternativa, é possível utilizar a técnica de recirculação do lixiviado, ou seja, sistemas fechados de cultivo em substrato, com coleta e reutilização da solução nutritiva drenada. Assim, não há perdas do lixiviado, o que impede a contaminação do solo e do lençol freático.

O cultivo de plantas em substratos é um processo importante inserido nos sistemas de produção agrícola. A escolha por um substrato adequado e que possa ser obtido facilmente é fundamental, pois este irá influenciar diretamente a qualidade e os custos de produção (BARROS et al., 2011). Assim, o substrato precisa ser um material abundante na região e ter baixo custo, razão pela qual geralmente se utilizam resíduos agroindustriais (LIMA, 2006).

No Rio Grande do Sul, a cultura do arroz é uma das principais atividades econômicas. Atualmente o estado é o maior produtor, responsável por 68% da produção nacional (CONAB, 2015). A casca de arroz é um resíduo industrial do beneficiamento do grão e corresponde a cerca de 20% do total da produção de arroz, o que sugere uma produção cerca de 80 milhões de toneladas desse resíduo por ano em nível mundial (LORENZETT et al., 2012). Este resíduo tem sido muito utilizado para produção de plantas hortícolas, inclusive de flores de corte, porém no cultivo em vasos.

Uma forma de aproveitamento da casca de arroz como substrato é submetendo-a ao processo de carbonização, obtendo como produto final, a casca de arroz carbonizada. A casca de arroz carbonizada apresenta alta capacidade de drenagem, fácil manuseio, peso reduzido, pH levemente alcalino, permitindo a penetração e a troca de ar na base das raízes (SAIDELLES et al., 2009). Outro benefício deste material é a inexistência de plantas daninhas, nematoides e patógenos (VASCONCELOS, 2012), devido ao processo de carbonização, que elimina possíveis organismos patogênicos. Entretanto, existem alguns inconvenientes no processo de carbonização da casca de arroz, principalmente pelo seu empirismo (GIMENEZ et al., 2008), demanda muita mão de obra, é contaminante do ar e apresenta baixo rendimento, com redução média de 50% no volume da casca.

Neste sentido, a casca de arroz *in natura* pode ser uma alternativa à casca de arroz carbonizada para uso em sistemas fechados de cultivo, uma vez que a

elevada lixiviação da solução nutritiva, em função da baixa capacidade de retenção de água do substrato, não se configura como um problema ambiental devido à reutilização do lixiviado, como verificado com sucesso para o cultivo de hortaliças (PEIL et al., 2014). Para a região de Pelotas, a utilização da casca de arroz como substrato torna-se interessante, devido a sua grande disponibilidade e custo baixo.

A produção de flores em sistema fechado de cultivo em substrato pode ser uma alternativa de produção, pois além de apresentar menor impacto ambiental, possibilitaria economia de água e fertilizantes. Entretanto, o fechamento do sistema demanda a adaptação do substrato de cultivo, uma vez que substratos com elevada proporção de compostos orgânicos na mistura, podem elevar a atividade química, e impossibilitar a adoção desta prática, devido à tendência à salinização. Por outro lado, a ausência de composto orgânico na mistura do substrato à base de casca de arroz pode acarretar problemas de déficit hídrico, devido à baixa capacidade de retenção de água deste material quando empregado isoladamente (PEIL et al., 2014).

Paralelamente às questões relacionadas ao meio de cultivo, existem aspectos fitotécnicos essenciais a serem estudados na produção de flores de corte, os quais também podem influenciar a produtividade e a qualidade das hastes florais, como o fornecimento adequado de água e nutrientes.

A quantidade de água disponível no substrato é um dos fatores mais importantes para as culturas, pois está relacionada com o desenvolvimento vegetativo e a produtividade da cultura (GIRARDI et al., 2014). A deficiência de água resultará em um lento crescimento e baixa produtividade, enquanto que o excesso contribuirá para o surgimento de doenças, prejudicando o desenvolvimento da cultura. O conhecimento da demanda hídrica das plantas é fundamental para permitir a manejo adequado da irrigação, com redução de custos, evitando desperdícios de água e melhorando a qualidade da produção (VIEIRA et al., 2000).

O conhecimento da eficiência no uso da água e a relação entre unidade de massa produzida e unidade de água utilizada ao longo do ciclo da cultura são importantes, pois possibilitam estudos referentes às fases fenológicas e o consumo de água pela cultura, onde o crescimento e a transpiração permitirão estabelecer práticas de manejo adequadas à cada fase de desenvolvimento, podendo melhorar o rendimento e a eficiência do sistema (TAZZO et al., 2012).

Neste contexto, este trabalho foi organizado em três artigos. No primeiro artigo foi avaliada a adaptação da cultura de *Gypsophila paniculata* ao cultivo em canais preenchidos com substrato em sistema com recirculação da solução nutritiva, através do estudo do efeito de substratos à base de casca de arroz e de dois períodos de poda (precoce e tardio) sobre o crescimento, a qualidade das hastes e as respostas produtivas das plantas. O segundo artigo teve como objetivo avaliar o consumo hídrico, a fenologia e a produção de biomassa (massa fresca e seca) para determinar a eficiência no uso de água da gipsofila cultivada em diferentes substratos com recirculação da solução nutritiva. Um terceiro artigo foi elaborado com o objetivo de avaliar o crescimento e a qualidade de plantas de lisiantos (*Eustoma grandiflorum*), em diferentes substratos à base de casca de arroz com recirculação do lixiviado.

Estudos enfocando o substrato, o consumo hídrico, o crescimento e a qualidade das plantas em sistemas fechados de cultivo, com recirculação da solução nutritiva ainda são inexistentes para a gipsofila e lisiantos. Há poucas informações e literatura referentes a esses aspectos e sobre as respostas das culturas em questão.

O cultivo de gipsofila e lisiantos em substrato em bancadas elevadas do solo pode permitir melhor ergonomia aos produtores, uma vez que possibilita a execução das atividades em pé. Além de possibilitar a redução do uso de agrotóxicos no controle de doenças, uma vez que o substrato é livre de agentes patogênicos. Assim, há um menor impacto ambiental do sistema produtivo, visto que os recursos utilizados podem ser reaproveitados ao longo do cultivo.

Neste sentido, torna-se necessária a realização de pesquisas referentes aos aspectos mencionados anteriormente, pois somente assim será possível gerar informações importantes para a otimização da produção de flores de corte em sistema de cultivo sem solo e com menor impacto ambiental.

## **PROJETO DE PESQUISA**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
FACULDADE DE AGRONOMIA "ELISEU MACIEL"  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA  
FAMILIAR**



FUNDADA EM 8 DE DEZEMBRO DE 1883 – CAIXA POSTAL, 354  
CEP 96001-970 - PELOTAS, RS – TELEFONE: (53)3275-7261 - FAX (053)3275-  
9031 - PELOTAS

**Projeto de dissertação:**

**SISTEMA FECHADO DE CULTIVO SEM SOLO PARA PRODUÇÃO DE HASTES  
FLORAIS PARA CORTE DE *Gypsophila paniculata***

**Daniela Höhn**

**Pelotas, setembro de 2015.**



## **1. IDENTIFICAÇÃO**

### **1.1 Instituição:**

Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Departamento de Fitotecnia (DFt), Programa de Pós- Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar.

### **1.2 Equipe:**

- Daniela Höhn – Discente do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Bolsista do CNPQ, UFPel / FAEM. Responsável.
- Roberta Marins Nogueira Peil – Profª. Departamento de Fitotecnia, UFPel /FAEM. Orientadora.
- Paulo Roberto Grolli – Prof. Departamento de Fitotecnia, UFPel /FAEM. Co-Orientador.
- Gabriel Nachtigall Marques – Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Bolsista de CAPES, UFPel / FAEM. Participante.
- Douglas Schulz Bergmann da Rosa – Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Bolsista de CAPES, UFPel / FAEM. Participante.
- Lais Perin - Discente do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Bolsista de CNPQ, UFPel / FAEM. Participante.
- Albertina Wieth – Discente do curso de Agronomia, Bolsista de Iniciação Científica do PIBIC/CNPq, UFPel / FAEM. Participante.
- Rodrigo Armesto – Discente do curso de Agronomia, Bolsista de Iniciação Científica do PIBIC/CNPq, UFPel / FAEM. Participante.
- Thiago da Luz - Discente do curso de Agronomia, Bolsista de Iniciação Científica do PIBIC/CNPq, UFPel / FAEM. Participante.

## 2. ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA

A gipsofila (*Gypsophila paniculata*) também conhecida como mosquitinho, é originária da Ásia e Europa e pertence à família Cariophyllaceae. A espécie é uma planta herbácea, perene, sendo geralmente cultivada para produção de flor de corte (POSADA et al., 2010). O gênero *gipsofila* possui diversas espécies, e *Gypsophila paniculata* é a mais cultivada e comercializada como flor de corte. Multiplica-se por sementes ou por propagação vegetativa e sua inflorescência é do tipo panícula com inúmeras flores pequenas, que são usadas para confeccionar arranjos florais e buquês.

No Brasil a gipsofila é considerada, uma das principais flores de corte, sendo considerado um dos produtos mais comercializados no centro atacadista de São Paulo – CEAGESP (GIRARDI, 2012). Em ambiente protegido é possível produzir flores de melhor qualidade, mais robustas e com melhor aspecto visual, sendo o sistema de cultivo indicado, pois permite controle da fertirrigação, do ambiente e de patógenos, além de facilitar o controle da intensidade e duração da luz. A espécie em questão é dependente do fotoperíodo e temperatura para o crescimento vegetativo e para a indução floral (POSADA et al., 2010). É uma planta de dia longo, cujo fotoperíodo crítico é de 13 horas. Por essa razão o florescimento natural ocorre desde o final da primavera até o outono, podendo produzir até de dois a três cortes neste período.

No Rio Grande do Sul a produção de gipsofila é baixa e o consumo elevado, principalmente em datas especiais como dia das mães e dia dos namorados, necessitando, assim, ser abastecido pelo mercado da região Sudeste (GIRARDI, 2012).

As necessidades nutricionais da cultura são pouco conhecidas, mas adapta-se bem a solos ligeiramente ácidos a alcalinos e não tolera solos muito ácidos. O valor de pH adequado para seu cultivo varia entre 5,5 a 6,5 em regiões que possuem clima frio. Esta planta consegue se adaptar a diversas condições climáticas, e pode ser cultivada em locais com diferentes tipos de clima como: tropical ou temperado. Entretanto, a espécie deve ser cultivada em boas condições de luminosidade, devendo ser plantada em locais com boa insolação (PETRY, 2008).

A cultura da gipsofila, desde que apresente sanidade e conduzida adequadamente, torna-se uma cultura de baixo custo e de alta rentabilidade, pois em uma pequena área pode-se conseguir excelente produtividade e bom retorno econômico (GIRARDI, 2012).

A gipsofila cultivada diretamente no solo possui um menor ciclo de vida produtivo, pois é suscetível a patógenos existentes no mesmo, porém, quando cultivada em vasos com uso de substrato estéril e isento de organismos patogênicos, a cultura tem maior vida útil, podendo ter vários ciclos de produção durante um mesmo cultivo (GIRARDI, 2012).

Para a melhoria da qualidade e longevidade das plantas, relacionada às condições fitossanitárias, vem sendo estudado o seu cultivo fora do solo como em vasos ou canais, com uso de substrato estéril. A casca de arroz carbonizada bem como, a casca de arroz "*in natura*" e a mistura das mesmas com composto orgânico, vem sendo utilizado visando minimizar problemas decorrentes do cultivo no solo, como patógenos e nematoides (STEFFEN et al., 2010).

O emprego de substratos alternativos permite a produção em áreas ou locais onde as técnicas tradicionais de cultivo são dificultadas ou impraticáveis. Dentre os diversos substratos utilizados na produção de plantas ornamentais, o composto por casca de arroz carbonizada apresenta vantagens como boa porosidade, permitindo a penetração e a troca de ar na base das raízes (SAIDELLES et al., 2009). Outro benefício deste material é a inexistência de plantas daninhas, nematoides e patógenos, devido ao processo de carbonização, que elimina possíveis organismos patogênicos durante a carbonização da casca (VASCONCELOS et al., 2012). Além disso, é um material de fácil acesso e disponibilidade.

Nesse sentido, se faz necessário o uso de tecnologias e novas formas de produção adequadas ao contexto do setor de floricultura. Como exemplos dessas tecnologias, citam-se o cultivo em ambiente protegido, as técnicas de fertirrigação e o cultivo sem solo (CSS).

O CSS pode ser em hidroponia ou em substrato. Quando o cultivo é realizado em substrato, há maior tolerância quanto às influências externas como quedas de energia, e a fatores intrínsecos, como falta de oxigênio no meio radicular devido às elevadas temperaturas da solução nutritiva no verão, pois o volume de substrato confere um poder tampão ao cultivo pela sua reserva de água e nutrientes. Isto faz com que o cultivo em substrato seja uma técnica que tem sido adotada por alguns

produtores de flores, pois além de maior facilidade de manejo da solução nutritiva, confere resiliência ao sistema de cultivo.

Entretanto, para o cultivo de flores fora do solo, é necessário conhecer as necessidades nutricionais das plantas para adequar a solução nutritiva de forma que a mesma possibilite o crescimento adequado da cultura. Diante disso, a produção de flores em sistema fechado de cultivo em substrato (com coleta e reutilização da solução nutritiva drenada) pode ser uma alternativa de produção, pois além de apresentar menor impacto ambiental, possibilita economia de água e fertilizantes. Entretanto, o fechamento do sistema demanda a adaptação do substrato de cultivo, uma vez que substratos com elevada atividade química impossibilitam a adoção desta prática, devido à tendência à salinização (PEIL, 2014).

O conhecimento da eficiência no uso da água, considerando a relação entre a unidade de massa produzida e a unidade de água utilizada ao longo do ciclo da cultura, é de extrema importância, possibilitando verificar qual fase de crescimento/desenvolvimento das plantas é mais suscetível a deficiência hídrica, permitindo o manejo adequado de fertirrigação, possibilitando assim maior retorno econômico com a produção das flores.

O estudo da produção de gipsofila em cultivo sem solo, com reaproveitamento da solução nutritiva e recirculação da mesma no sistema, vem sendo estudada para minimizar problemas ocasionados pelo cultivo no solo. Com a utilização de substratos, o produtor pode controlar mais precisamente as propriedades físicas e químicas do meio de cultivo, bem como os parâmetros de desenvolvimento das plantas (KLEIN, 2015). Contudo, especialmente para a cultura da gipsofila, há pouco conhecimento e literatura sobre as necessidades hídricas da planta, necessitando assim de estudos mais avançados, visando minimizar o desperdício. Condições ambientais favoráveis, combinados com uso de novas técnicas e manejo adequado são implementados para aumentar a produção de flores, a fim de alcançar boa produtividade e competitividade no mercado, buscando produções de melhor qualidade em termos de cor, tamanho, forma e outras características essenciais.

Estudos relacionando o substrato de cultivo e o consumo hídrico, com o crescimento e o rendimento de flores, associado a sistemas fechados de CSS, ainda são incipientes. Neste sentido, torna-se necessária a realização de pesquisas enfocando os aspectos mencionados anteriormente, pois somente assim será

possível gerar informações importantes para a otimização da produção com baixo impacto ambiental e com novo enfoque.

### **3. OBJETIVOS E METAS**

#### **3.1 Objetivo Geral:**

Produzir conhecimento básico sobre o comportamento de gipsofila submetida a duas épocas de poda, em sistema de cultivo em canais preenchidos com substrato e recirculação da solução nutritiva.

#### **3.2 Objetivos Específicos:**

- Avaliar diferentes substratos á base de casca de arroz para a produção de gipsofila;
- Estudar a fenologia de gipsofila em cultivo em substrato;
- Avaliar o consumo hídrico, a produção de biomassa e a eficiência no uso da água da gipsofila nas condições propostas.

#### **3.3 Metas:**

- Desenvolver a técnica de recirculação da solução nutritiva no cultivo sem solo de gipsofila sob ambiente protegido, de forma sustentável e com mínimo impacto sobre o ambiente;
- Aprofundar o conhecimento sobre a cultura e seu comportamento no sistema de cultivo em substrato;
- Definir um substrato para o cultivo de gipsofila em sistema de canais com recirculação da solução nutritiva drenada;

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Descrição do experimento

Um experimento será realizado na primavera/verão 2015/2016, em estufa de cultivo agrícola localizada no Campo Experimental e Didático do Departamento de Fitotecnia (DFt) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), no Campus da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), localizado no município de Capão do Leão, RS, tendo como coordenadas geográficas aproximadas: latitude 31°52' S, longitude 52°21' W e altitude média de 13 m acima do nível do mar. O clima dessa região caracteriza-se por ser temperado, de chuvas bem distribuídas e verão quente, sendo classificado, conforme W. Köppen, como tipo Cfa.

A estufa é do modelo “Teto em Arco”, de estrutura metálica, coberta com filme plástico de polietileno de baixa densidade de 150µm de espessura, disposta no sentido norte-sul com dimensões de 10,0 m x 18,0 m e 5,0 m de altura máxima e 3,5 m de pé direito, compreendendo uma área de 180 m<sup>2</sup>. O solo apresenta-se nivelado e coberto com filme de polietileno dupla face (branco/preto) de 150µm de espessura, com face branca exposta.

Durante o período da realização dos experimentos, o manejo do ambiente da estufa será efetuado apenas por ventilação natural, através da abertura e fechamento das janelas laterais e portas da estufa, no período das 8 horas e às 18 horas, respectivamente. Em dias decorrentes de baixas temperaturas, precipitação e/ou ventos muito fortes ou alta umidade relativa do ambiente externo à estufa, esta será fechada parcial ou totalmente, dependendo das condições climáticas.

O material vegetal a ser empregado são mudas comerciais da variedade “New amore”, produzidas a partir de sementes e adquiridas do viveiro BioPlugs de São Paulo.

O sistema de cultivo será composto por 12 canais de cultivo de madeira (0,20 m de largura e 3,5 m de comprimento) dispostos em 6 linhas duplas, com distância entre linhas duplas de 0,80 m e distância entre linhas simples de 0,25 m. Os canais serão apoiados por cavaletes de madeira com altura máxima de 0,8 m, instalados de forma a proporcionar uma declividade de 3% para o escoamento da solução nutritiva até um reservatório. Este será de fibra de vidro, com capacidade de 100 L e ficará na

cota mais baixa dos canais de cultivo. O sistema será composto por doze reservatórios, resultando em um para cada canal de cultivo.

Os canais de madeira serão revestidos internamente com uma primeira camada de filme de polietileno transparente e uma segunda camada de filme plástico branco, de maneira a formar canais de plástico duplos. As bordas em excesso do plástico branco cobrirão a camada superficial do substrato.

Uma bomba de lavadora de roupas será instalada em cada tanque, para impulsionar a solução nutritiva para a extremidade de maior cota dos canais, através de um cano de PVC de 20 mm. A partir desse ponto, a solução nutritiva será fornecida às plantas através de mangueiras de polietileno e gotejadores direcionados para a base das plantas, com vazão de  $8,0 \text{ L h}^{-1}$ . A solução nutritiva drenada ao final dos canais retornará para o reservatório, formando um sistema fechado.

Quando as mudas apresentarem de quatro a cinco centímetros serão transplantadas para os canais preenchidos com substrato na altura de 0,15m, o que corresponde ao volume de 105 litros/canal de cultivo. O espaçamento entre plantas na linha será de 0,20 m, o que resultará em uma densidade de 10,8 plantas  $\text{m}^2$ .

Quatro substratos serão avaliados: casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de arroz "in natura" (CAIN), empregadas isoladamente, e as misturas de CAC ou CAIN (85%) + substrato comercial orgânico S10 (Beifort<sup>®</sup>) (15%).

O experimento será realizado em esquema bifatorial  $2 \times 4$ , com oito tratamentos resultantes da combinação das duas épocas de poda (três e seis semanas após o transplante) com os quatro níveis do fator substrato. O delineamento será em blocos casualizados com três repetições, alocando-se na parcela o fator substrato e na subparcela a poda. A parcela corresponderá a um canal de cultivo com 18 plantas, sendo a subparcela constituída por nove plantas (metade do canal de cultivo).

A solução nutritiva a ser utilizada é a indicada por (Sonneveld; Straver, 1994) para a cultura de gipsofila, cuja composição de macronutrientes é (em  $\text{mmol L}^{-1}$ ):  $15,0 \text{ NO}_3^-$ ,  $1,7 \text{ H}_2\text{PO}_4^-$ ;  $1,5 \text{ SO}_4^{2-}$ ;  $1,2 \text{ NH}_4^+$ ,  $7,0 \text{ K}^+$ ;  $4,5 \text{ Ca}^{2+}$ ;  $1,2 \text{ de Mg}^{2+}$ ; e de micronutrientes (em  $\text{mg L}^{-1}$ ):  $1,40 \text{ de Fe}$ ;  $0,6 \text{ de Mn}$ ;  $0,30 \text{ de Zn}$ ;  $0,30 \text{ de B}$ ;  $0,05 \text{ de Cu}$  e  $0,05 \text{ de Mo}$ .

Após o transplante das mudas, principalmente nas primeiras horas, o sistema de irrigação permanecerá funcionando ininterruptamente visando evitar eventuais

estresses hídricos às plantas. Após este período, a irrigação será acionada durante 15 minutos a cada hora, das 08h00min às 19h00min, totalizando 12 irrigações. Durante o período noturno, a irrigação será acionada uma única vez durante 15 min, às 00h.

A solução nutritiva será monitorada diariamente através das medidas de condutividade elétrica (CE) (empregando-se condutivímetro manual digital) e do valor de pH (empregando-se pHmetro manual digital). A CE será mantida próxima a  $1,0 \text{ dS m}^{-1}$  e a reposição de nutrientes ou de água será realizada através da adição de solução estoque concentrada ou de água da chuva estocada, quando a CE sofrer variação inferior ou superior a 20 % do valor original. O valor do pH será mantido entre 5,5 e 6,5 através da adição de solução de correção a base de hidróxido de sódio (NaOH 1N) para aumentar o pH ou ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) para diminuir o valor do pH.

O tutoramento das plantas será feito com rede de nylon 15 x 15 cm disposta sobre a cultura e sustentada pela estrutura da estufa. No decorrer do experimento não será efetuada a poda das plantas. Os tratos culturais (pinch) e fitossanitários serão efetuados na medida em que se fizerem necessários, de acordo com as práticas alternativas e convencionais. As colheitas de hastes ocorrerão quando 30% dos botões estiverem abertos.

## **4.2 Avaliações previstas e medidas experimentais**

### **4.2.1 Avaliações fenológicas e fenométricas**

Com a finalidade de estudar a fenologia da cultura, serão consideradas as seguintes fases de desenvolvimento (quando 50% das plantas + uma planta atingir determinada fase):

- a) Fase ou estágio vegetativo: do transplante até a indução ao florescimento;
- b) Fase de indução ao florescimento: período que compreende após a poda (pinch) até o início do alongamento das hastes;
- c) Fase de alongação e iniciação floral: período em que as hastes iniciam a alongação até o início do florescimento;
- d) Fase de florescimento (IV): corresponde ao período em que 30 % das plantas apresentam botões florais em ponto de colheita.



Com a finalidade de determinar o crescimento, o desenvolvimento e a produção das plantas, serão realizadas avaliações em quatro plantas por subparcela, de acordo com os seguintes critérios:

- a) Número de ramificações: serão contadas as ramificações com mais de 10 cm de comprimento, originadas diretamente no eixo principal da haste;
- b) Incremento de altura das hastes: semanalmente, expressa em centímetros e medida a partir do colo da planta até o ponto de corte;
- c) Diâmetro de hastes (mm): o diâmetro das hastes será obtido através da medição de uma haste produtiva por planta. A medição será efetuada no início da brotação, com um paquímetro manual, considerando 3 cm acima da base do solo;
- d) Diâmetro da flor: resultado da média de 10 flores de cada haste, que serão medidas com paquímetro, em mm, amostrando-se flores totalmente abertas de 4 plantas por subparcela;
- e) Massa fresca das hastes (em gramas): avaliada em cinco plantas por subparcela. Relaciona-se à produtividade e também à durabilidade em vaso e será realizada em balança de precisão;
- f) Massa seca das hastes (em gramas): após a avaliação da massa fresca, as hastes serão submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada, a 65° C, até obtenção de peso constante (aproximadamente 72 horas)
- g) Produtividade: a produtividade será determinada a partir do número de hastes colhidas por ciclo, computando-se o período desde o início até o final da colheita de todas as plantas da subparcela.

#### **4.2.2 Medidas Agrometeorológicas**

Serão monitoradas diariamente a temperatura e a umidade relativa do ar no interior da estufa, com o uso de termo-higrômetro digital, instalado em abrigo meteorológico a 1,5 m acima da superfície do solo. A radiação solar global incidente no exterior da estufa será obtida através dos dados coletados na Estação Agroclimatológica de Pelotas, localizada a aproximadamente 1000 m do local onde serão executados os experimentos.

### 4.2.3 Análise química e física dos substratos

Com o propósito de avaliar e efetuar a caracterização dos substratos, serão analisadas as propriedades físicas: densidade úmida e seca, matéria seca, porosidade total, espaço de aeração, água facilmente disponível, água tamponante e água remanescente, capacidade de retenção de água a 10, 50 e 100 cm, e propriedades químicas valor de pH e condutividade elétrica (CE). Serão consideradas duas épocas para a caracterização dos substratos: no início e final dos experimentos, totalizando oito amostras. As amostras serão coletadas após o preparo dos substratos, cuja composição será: casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de arroz *in natura* (CAIN), empregadas isoladamente, e as misturas de CAC ou CAIN (85%) + substrato comercial orgânico S10 (Beifort<sup>®</sup>) (15%).

No preparo das misturas serão utilizados 89,25 litros de casca de arroz *in natura* ou carbonizada e 15,75 litros do composto orgânico S10, que serão misturados manualmente formando um material homogêneo. Será utilizado o volume total de 105 litros de substrato em cada canal de cultivo. Os materiais puros (casca de arroz *in natura* e carbonizada - 100%) serão colocados diretamente nos canais.

Após o preparo dos substratos, serão coletadas amostras de 3 L<sup>-1</sup> de cada um, para análise. As amostras serão enviadas ao laboratório LASPP/FEPAGRO (Laboratório de Substratos Para Plantas) em Porto Alegre.

### 4.2.4 Análise do consumo hídrico e da eficiência no uso da água (EUA)

Para avaliação do consumo hídrico, cada conjunto composto por um canal de cultivo e um reservatório de solução nutritiva constituirá um lisímetro, de maneira semelhante ao descrito por Valandro et al. (1999) e Peil et al. (2012). Através da graduação dos reservatórios de solução nutritiva na faixa de 0 a 100 litros, se determinará os volumes de solução repostos ao sistema a partir de um volume inicial. Ao final do ciclo de cultivo, será calculado por reservatório o acumulado de solução nutritiva. Através da obtenção deste valor e sua relação com o número de plantas por canal, se obterá o consumo hídrico por planta (litros), e a partir da densidade de plantio, se calculará o consumo de água por unidade de área

cultivada. A EUA será determinada pela relação entre a produção de massa fresca e massa seca total das hastes florais e o volume de água consumido por planta.

### **4.3 Delineamento experimental e análise estatística dos resultados**

O delineamento experimental a ser adotado será em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com três repetições, sendo o fator substrato alocado na parcela e o fator época de poda na subparcela. Cada parcela corresponderá a uma linha dupla (ou quatro linhas simples) de canais de cultivo e cada subparcela contará com nove plantas, totalizando 18 plantas por parcela ou canal.

Os experimentos serão formados por três blocos, sendo que cada bloco corresponderá a um conjunto de duas linhas duplas (ou quatro linhas simples) de canais de cultivo.

Para as análises serão utilizadas quatro plantas por repetição (12 plantas por tratamento).

Os resultados serão submetidos à análise de variância ( $P \leq 0,05$ ) e, quando verificadas diferenças significativas, as médias serão comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

## 5. Resultados e impactos esperados

Com este estudo pretende-se obter conhecimento e informações sobre o comportamento de gipsofila no cultivo sem solo, com uso de diferentes substratos e com recirculação da solução nutritiva. Desta forma, o cultivo em substrato com recirculação da solução torna-se fechado, permitindo maior economia de recursos, como água e fertilizantes, além de reduzir os impactos sobre o meio ambiente, pois todo material lixiviado retorna para o sistema.

Varias razões estimulam a mudança do cultivo tradicional no solo para sistemas sem solo, como já vem sendo utilizado por produtores de hortaliças. A dificuldade no controle das doenças radiculares e principalmente as dificuldades ergonômicas em manejar as culturas rentes ao solo estão entre as principais razões para a adoção do cultivo sem solo. O que tem levado a mudanças de práticas e a busca por novas formas de produção.

Através do estudo do substrato, pretende-se recomendar a melhor forma de uso, se carbonizada, *in natura*, ou mesmo em misturas com composto orgânico, podendo definir se a sua utilização poderá ser adotada sem prejuízos à cultura. Sobretudo, busca-se gerar informações em relação ao manejo da cultura, visando definir qual o melhor substrato para que possa resultar em maiores produtividades, sem comprometer a qualidade das flores.

O cultivo sem solo pode ser uma alternativa para reduzir tais problemas, proporcionando vantagens como: redução de danos causado por doenças do sistema radicular, conseqüentemente menor uso de agrotóxicos, reaproveitamento de materiais (água e fertilizantes) e principalmente melhoria nas condições de trabalho para os produtores.

Por fim, o estudo do consumo hídrico da cultura em sistema fechado de cultivo sem solo, permitirá definir a sua eficiência no que se refere ao uso da água, assim como a fase de maior demanda hídrica da cultura e, a partir disso, será possível obter maior conhecimento sobre o sistema de produção, já que há poucos estudos referentes ao cultivo de flores de corte, como a gipsofila em sistema de cultivo sem solo.

O conjunto de todos estes aspectos pode contribuir para a melhoria da qualidade de vida do produtor.

## 6. RECURSOS NECESSÁRIOS

### 6.1 Material de Consumo

Discriminação	Unid.	Quant.	Preço unit. R\$	Preço total R\$
Substrato Benfourt S10	saco	4	17,5	70,00
Mudas	unid.	300	2,2	660,00
Canos de PVC, torneiras, cola, joelhos etc.	-	-	-	220,00
Casca de arroz carbonizada	litros	700	11	77,00
Fertilizantes solúveis	-	-	-	245,00
Tela branca	m	20	3,5	70,00
Filme plástico	m	20	8,75	175,00
Sacos de papel	cento	10	3,6	36,00
Abraçadeiras de metal	unid.	25	1	25,00
Tábuas, ripas	unid.	25	7,4	185,00
Abraçadeiras de nylon	unid.	150	0,15	22,50
Redes de tutoramento	m	20	16,5	330,00
Mangueira de gotejamento	m	60	0,3	18,00
Fita alumínica	rolo	1	9,5	9,50
<b>Subtotal</b>				<b>2.143,00</b>

### 6.2 Material Permanente

Discriminação	Unid.	Quant.	Preço uni. (R\$)	Preço total R\$
Moto-bomba de máquina de lavar roupas	-	12	25,00	300,00
Caixas d'água 130L	-	12	110,00	1320,00
Canos de ferro para janelas da estufa	-	10	20,00	200,00
Conserto de cortinas das janelas da estufa	-	2	150,00	300,00
<b>Subtotal</b>				<b>2.120,00</b>

### 6.3 Outros (Inscrições, diárias e passagens)

Discriminação	unid.	Quant.	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Análise substrato	2	8	65,00	520,00
Publicação em congresso	1	1	300,00	300,00
Passagens aéreas	1	2	540,00	1080,00
Diárias	1	3	170,00	510,00
<b>Subtotal</b>				<b>2.410,00</b>

#### 6.4 Orçamento geral

<b>Descrição</b>	<b>Valores (R\$)</b>
Material de consumo	2.143,00
Material permanente	2.120,00
Outros	2.410,00
Subtotal	6.673,00
Imprevistos (10%)	637,0
<b>Total</b>	<b>7310,0</b>



## **8. DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS**

Os resultados obtidos, através da execução do presente projeto serão publicados em congressos, reuniões técnico-científicas e revistas científicas indexadas, assim como farão parte de dissertação de mestrado apresentada pela Universidade Federal de Pelotas/ Curso de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar.



## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GIRARDI, L. B. Disponibilidade hídrica e seus efeitos sobre o desenvolvimento radicular e a produção de *Gypsophila* envasada em ambiente protegido. Irriga, Botucatu, v. 17, n. , p. 501 - 509, outubro - dezembro, 2012.

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

PEIL, R. M. N.; De Albuquerque Neto, A. A. R. Densidade de plantio e genótipos de tomateiro cereja cultivados em casca de arroz com solução recirculante. 2014. Horticultura Brasileira, 32: 234-240.

PETRY, C. Plantas Ornamentais. Aspectos para a produção. 2ª edição. Produção de gypsophila. Editora Universidade de Passo Fundo - Passo fundo, 2008. 201p. Universidade de Passo Fundo.

POSADA, F. C; OLMOS, J. E. P; VILLARREAL. A. R. Crecimiento y produccion em três clones de *Gypsophila paniculata* em respuesta al termoperíodo, confinamento y desponte. Revista Colombiana de Ciências Hortícolas – Vol. 4 – N°. 2 – pp. 209-222, 2010.

SAIDELLES, F. L. F. et al. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira Carbonized rice hull as substratum to produce tamboril-da-mata and garapeira seedlings. Semina: Ciências Agrárias. 30(1): 1173-1186, 2009.

STEFFEN, G. P. K. et al. Casca de arroz e esterco bovino como substratos para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. Acta Zoológica Mexicana, v. 2, p. 333-343, 2010.

VASCONCELOS, A. A.; INECCO, R.; MATTOS, S. H. Parâmetros morfológicos de *Gypsophila paniculata* L. cultivada com lodo de esgoto alcalinizado e adubação fosfatada. Revista Ciência Agronômica, vol. 43, n. 4, p. 706-712, out./dez. 2012. Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

## **RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO**

## RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO

- Primeiro experimento (ciclo primavera-verão, 2015/2016)

As atividades de campo iniciaram em agosto de 2015, quando realizou-se a limpeza da casa de vegetação, instalação dos canais de cultivo, do sistema hidráulico e dos reservatórios de solução nutritiva. O primeiro experimento foi realizado na primavera-verão, para a avaliação da produção de gipsofila em substratos a base de casca de arroz com recirculação da solução nutritiva (Experimento I). Neste experimento também foi avaliado o consumo hídrico e a fenologia da cultura.

Na instalação do experimento, após a montagem dos canais, foi construído o sistema de cultivo sem solo, efetuando o revestimento dos canais com plástico transparente, a instalação do sistema hidráulico e de irrigação e a instalação das bombas e dos reservatórios.

Os canais de cultivo foram preenchidos com 105 L de casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de arroz "*in natura*" (CAIN), empregadas isoladamente, e as misturas de casca de arroz carbonizada + substrato comercial orgânico S10 (Beifort®) (15%) (CAC+S10) ou casca de arroz "*in natura*" (85%) + substrato comercial orgânico S10 (Beifort®) (15%) (CAIN+S10), na altura de 0,15 m. A utilização de 85% de casca de arroz e 15% do composto orgânico na composição do substrato, foi determinada levando em consideração que a gipsofila é uma espécie que se adapta melhor em solos mais alcalinos e com boa drenagem, não tolerando locais muito ácidos. Desta forma optou-se por utilizar um percentual baixo do composto, para evitar sua compactação e drenagem da solução nutritiva. A casca de arroz *in natura* utilizada no experimento foi adquirida de arrozeira localizada Pelotas - RS, e a casca carbonizada foi comprada em agropecuária, cuja origem do material é de produtores da Serra Gaúcha.

Neste período também foram formuladas as soluções concentradas de macronutrientes e micronutrientes. A solução A continha um volume de 20L de solução com  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ; a solução B continha 20L de solução com os demais fertilizantes fontes de macronutrientes ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{MgSO}_4$ ;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ;  $\text{KNO}_3$ ); e a solução C possuía 20L de solução com micronutrientes. As três soluções estoques foram formuladas na concentração de 200 vezes.

As mudas foram adquiridas de São Paulo, da empresa Bioplugs. A cultivar

utilizada foi New Amore®. As mudas assim que chegaram foram acondicionadas durante cinco dias em bancadas com tela de sombreamento, irrigadas manualmente, possibilitando a aclimatação das mesmas. Antes de realizar o transplante das plantas, foi regulado o temporizador analógico, pré-definindo a frequência das irrigações, também foi verificado todo o sistema a fim de verificar possíveis problemas que poderiam causar danos, e assim assegurar o seu funcionamento adequado.

O transplante das mudas ocorreu no dia 07 de outubro de 2015 quando as plantas apresentavam cerca de 4 a 5 cm de altura, sendo transplantadas 216 plantas no total.

Ao longo do período experimental, realizou-se o manejo da temperatura e da umidade relativa do ar no interior da estufa plástica através da abertura ou fechamento das cortinas laterais e portas. Os valores de temperatura e umidade relativa do ar no interior da estufa foram coletados através de um termo-higrômetro digital.

O manejo da solução nutritiva foi realizado a cada dois dias, através da correção da condutividade elétrica (CE) e do pH. A condutividade elétrica ao longo do experimento foi mantida próximo a  $1,95 \text{ dS m}^{-1}$  e, quando este valor diminuiu ou aumentou na ordem de 20%, foi feita a sua correção, através de soluções estoques concentradas ou água da chuva estocada. O pH foi mantido entre 5,5 e 6,5, através da adição de solução de correção à base de hidróxido de sódio (NaOH 1N) para aumentar o pH, ou ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) com a finalidade de reduzir o pH. A reposição dos nutrientes ou da água foi realizada através da adição de solução estoque concentrada ou de água da chuva estocada, quando o valor da CE apresentava variação superior ou inferior a 20%. Não ocorrendo variação, foi mantido um volume de solução suficiente para atender o consumo hídrico das plantas e que não interferisse no funcionamento das bombas de impulsão.

Para a avaliação do consumo hídrico, foram contabilizados os volumes de solução nutritiva consumidos pelas plantas desde o transplante até o dia da colheita final do primeiro ciclo.

A fenologia da cultura foi realizada através de acompanhamento do desenvolvimento das plantas no início do plantio (após o transplante das mudas) até a colheita final das hastes. As avaliações foram efetuadas diariamente ao longo do cultivo, com o objetivo de observar as mudanças de fases nas plantas.

Em relação ao manejo da cultura, realizou-se a poda (pinch) para quebrar a dominância apical da haste principal das plantas. Esta prática é fundamental para a produção de gipsofila, uma vez que a poda apical estimula a brotação de várias hastes, aumenta as ramificações e o potencial produtivo da cultura, sendo recomendado efetuar duas a seis semanas após o transplante, quando as plantas já estão estabelecidas (PETRY, 2008). No presente experimento a poda foi realizada no início do primeiro ciclo, sendo a primeira (precoce) executada três semanas após o transplante, em metade das plantas de cada subparcela, sorteadas aleatoriamente. A segunda poda (tardia) foi realizada seis semanas após o plantio das mudas nas plantas restantes. Para esta prática foi utilizado tesoura de inox esterilizada em álcool 70%.

Após a poda, foram instaladas sobre as plantas redes de tutoramento, que foram confeccionadas manualmente a fim de conduzir às hastes adequadamente e de forma ereta. As redes foram confeccionadas com bambu e linha de ráfia, espaçadas em 15x15 cm entre as malhas. Conforme as plantas foram crescendo, as redes foram erguidas para acompanhar seu crescimento, e permitir melhor sustentação.

Paralelamente a isso, foram realizadas avaliações semanais de crescimento e do número de brotações das plantas, após a poda. Estas avaliações foram efetuadas com uma régua graduada, medindo o comprimento das brotações para acompanhar a evolução do crescimento das plantas.

No interior da estufa foram instaladas telas aluminizadas, colocadas aproximadamente três metros acima das plantas, com o intuito de reduzir a temperatura interna da estufa. A tela foi colocada de forma fixa sobre os fios de aço que sustentam a estrutura da estufa e presa com arames. A distância entre a tela termorefletora e as plantas, possibilitou a ventilação e luminosidade adequada para o desenvolvimento da cultura.

O controle de pragas foi realizado por métodos preventivos através da instalação de armadilhas adesivas e luminosas no interior da estufa a uma altura de um metro acima das plantas. Também foram efetuadas aplicações semanais do óleo de Neem, sendo este substituído pelo inseticida/acaricida natural comercial Azamax® na dosagem de 10 ml do produto para cada litro de água, a partir de trinta dias após o transplante. O mesmo encontra-se registrado no MAPA (nº 014807) para hortaliças, como o tomateiro, e para as pragas *Thrips palmi* e *Bemisia tabaci*.

Com relação ao manejo de doenças, não foi necessária a adoção de nenhuma prática de controle, uma vez que durante o ciclo da cultura não houve o surgimento de doenças.

As colheitas foram realizadas sempre que as hastes apresentavam cerca de 30% dos botões abertos de acordo com o IBRAFLORES (2016). Foram realizadas duas colheitas para cada poda, a primeira efetuada 88 dias após o transplante (DAT) (poda tardia) e a última aos 96 dias após o transplante (poda precoce) no primeiro ciclo de produção. No segundo ciclo, a primeira colheita foi efetuada 171 DAT (poda tardia) e a última aos 180 DAT (poda precoce). As hastes colhidas eram contadas, efetuadas as medidas de comprimento e diâmetro, contado o número de ramificações, e depois as hastes eram pesadas para determinação de massa fresca e seca. Estes valores foram computados para o cálculo final da produção.

O fim do primeiro ciclo do experimento coincidiu com a última colheita, no dia 13 de janeiro de 2016, totalizando 96 dias. Para análise da biomassa final, as plantas foram colhidas e separadas em frações: vegetativa (incluindo hastes e folhas) e reprodutiva (flores). Após secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, foi obtido o peso seco das frações através de nova pesagem.

Os substratos utilizados neste experimento foram analisados em laboratório. As amostras iniciais (antes do cultivo) foram enviadas para análise no LASPP/FEPAGRO (Laboratório de Substratos para Plantas) em Porto Alegre, sendo que foram avaliados os seguintes parâmetros: densidade úmida, matéria seca, densidade seca, porosidade total, espaço de aeração, água facilmente disponível, capacidade de retenção de água, condutividade elétrica e valor de pH.

- Segundo experimento (ciclo primavera – verão, 2015/2016)

Um segundo experimento foi realizado para avaliar o crescimento e a qualidade das plantas de lisiantos (*Eustoma grandiflorum* Shinn) cultivadas em diferentes substratos à base de casca de arroz. As atividades referentes a este experimento foram iniciadas em setembro de 2015, com a instalação dos canais de cultivo. No interior dos canais de madeira foi inserido plástico dupla face para impermeabilizá-los formando um sistema de cultivo sem solo, além da instalação do sistema hidráulico e de irrigação, instalação das bombas e dos reservatórios.

Os canais de cultivo foram preenchidos com substratos casca arroz *in natura*

ou carbonizada, isoladamente, e ambos em mistura com 30% de substrato orgânico S10, na altura de 0,12 m. Foi determinada esta altura do substrato em função de que o lisiantos possui um sistema radicular pouco expressivo, optando-se pela utilização de um volume menor de material.

Neste período, também foram formuladas as soluções concentradas de macronutrientes e micronutrientes, sendo que, a solução A continha um volume de 20L de solução com  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ; a solução B continha 20L de solução com os demais fertilizantes fontes de macronutrientes ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{MgSO}_4$ ;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ;  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{KNO}_3$ ); e a solução C constava 20L de solução com micronutrientes. As três soluções estoques foram formuladas na concentração de 200 vezes.

Foram utilizadas mudas adquiridas do viveiro Izabel Yamaguchi, de Atibaia - São Paulo, cuja cultivar foi White Excalibur, recomendada pelo fornecedor levando em consideração as condições agroclimáticas da região de Pelotas - RS. As mudas após sua chegada foram acondicionadas em bancadas, irrigadas manualmente durante uma semana para a aclimatação até o transplante.

Antes de realizar o transplante das mudas, foi regulado o temporizador analógico, pré-definida a frequência das irrigações, e revisado todo o sistema, a fim de verificar possíveis problemas que poderiam causar vazamentos e assim assegurar o seu funcionamento adequado.

O transplante das mudas ocorreu no dia nove de outubro de 2015 quando as plantas apresentavam de 3 a 4 pares de folhas. Ao longo do período experimental, realizou-se o manejo da temperatura e da umidade relativa do ar no interior da estufa, da mesma forma que foi procedido no experimento 1. O manejo da solução nutritiva através da correção do pH e da CE, sendo o pH mantido entre 6,0 e 6,5, através da adição de solução de correção à base de hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$  1N), para aumentar o pH, ou ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), para reduzir o pH. A reposição de nutrientes ou de água foi realizada através da adição de solução estoque concentrada ou de água da chuva estocada, quando o valor da CE apresentava variação superior ou inferior a 20%. Não ocorrendo variação, foi mantido um volume de solução suficiente para atender ao consumo hídrico das plantas e que não interferisse no funcionamento das bombas de impulsão.

Após quarenta dias do transplante, quando as plantas apresentavam de 25 a 30 cm de altura, foram instaladas redes de tutoramento, que foram montadas manualmente para dar sustentação e melhor condução as hastes, possibilitando o

crescimento de forma ereta e uniforme.

Neste experimento também foram instaladas telas aluminizadas para reduzir a temperatura interna da estufa, uma vez que as flores de corte são sensíveis a altas temperaturas. A tela foi mantida no interior da estufa durante todo experimento.

O controle de pragas foi realizado por métodos preventivos através da instalação de armadilhas adesivas e luminosas no interior da estufa a uma altura de um metro acima das plantas. Também foram efetuadas aplicações semanais de óleo de Neem, sendo este substituído pelo inseticida/acaricida natural comercial Azamax® na dosagem de 10 ml do produto para cada litro de água a partir de trinta dias após o transplante. O mesmo encontra-se registrado no MAPA (nº 014807) para hortaliças como o tomateiro e para as pragas como *Thrips palmi* que atacam o lisiantos.

Com relação ao manejo de doenças, não foi necessária a adoção de práticas de controle, uma vez que durante o ciclo da cultura, não foi detectado o surgimento de doenças.

A colheita foi realizada quando as hastes apresentavam cerca de dois botões florais abertos, segundo recomendação do (IBRAFLOR, 2016). As hastes foram colhidas aos 89 DAT. Foi contado o número de hastes, medido o comprimento e diâmetro das hastes, área foliar através do equipamento (LI-COR, modelo 3100), número de flores abertas, número de botões com potencial ornamental, além das hastes serem pesadas para determinação de massa fresca e seca.

O fim do ciclo experimental ocorreu aos 89 dias em função da colheita no dia 08 de janeiro de 2016. Para análise da biomassa final, as hastes foram colhidas e separadas em frações: caule, folhas e flor. Após a secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, foi obtido o peso seco das frações através de nova pesagem, para depois efetuar a determinação da massa seca das plantas.

Os substratos empregados neste experimento foram analisados em laboratório. As amostras iniciais (antes do cultivo) foram enviadas para análise no LASPP/FEPAGRO (Laboratório de Substratos Para Plantas) em Porto Alegre, sendo que foram avaliados os seguintes parâmetros: densidade úmida, matéria seca, densidade seca, porosidade total, espaço de aeração, água facilmente disponível, capacidade de retenção de água, condutividade elétrica e valor de pH.



## **ARTIGO 1**

**Substratos à base de casca de arroz e época de poda apical para produção de gipsofila  
em canais com solução nutritiva recirculante**

(Submetido à Revista Caatinga)

## **Substratos à base de casca de arroz e época de poda apical para produção de gipsofila em canais com solução nutritiva recirculante**

Daniela Höhn<sup>1\*</sup>, Roberta Marins Nogueira Peil<sup>2</sup>, Laís Perin<sup>1</sup>, Paulo Roberto Grolli<sup>2</sup>, Albertina Weith<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas/UFPEL, Capão do Leão, RS, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas/UFPEL Departamento de fitotecnia/DF, Capão do Leão, RS, Brasil/ Bolsita CNPq

\*Corresponding author: dani.hohn.sc@gmail.com

**RESUMO** - O cultivo em substrato pode permitir a produção de gipsofila em áreas onde seu desenvolvimento é dificultado ou impraticável. Neste sentido, o objetivo da pesquisa foi verificar a adaptação da cultura ao cultivo em canais preenchidos com substrato em sistema com recirculação do lixiviado, através do estudo do efeito de substratos à base de casca de arroz e de duas épocas de poda apical, sobre o crescimento, a qualidade e as respostas produtivas das plantas. Os tratamentos foram resultantes da combinação dos quatro níveis do fator substrato [casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de arroz *in natura* (CAIN), empregadas isoladamente, e as misturas de CAC + substrato comercial orgânico S10 (Beifort<sup>®</sup>) (15%) e CAIN + S10 (15%)] com os dois níveis do fator poda (precoce e tardia). Os substratos casca de arroz carbonizada 100% e a mistura de casca de arroz *in natura* (85%) + composto S10 (15%) podem ser indicados para o cultivo de gipsofila em canais, uma vez que apresentaram resultados superiores. CAIN 100% predispôs ao menor crescimento da parte aérea, menor produção de hastes e inferior qualidade. Os substratos não afetaram a partição de massa seca entre flores e órgãos vegetativos e o equilíbrio entre o crescimento da parte aérea e das raízes. A poda tardia aumenta o crescimento e a produtividade de gipsofila, melhorando a qualidade das hastes. Diante dos resultados, constata-se que a gipsofila adapta-se de forma adequada ao sistema de cultivo em canais preenchidos com substratos à base de

casca de arroz e com recirculação do lixiviado.

**Palavras-chave:** Hastes florais. Produtividade. Crescimento. Partição de massa seca.

**Rice husk substrates and pinch season for the production of gypsophila in growing troughs with recirculating nutrient solution**

**ABSTRACT** - Substrate cultivation may allow the production of gypsophila in areas where its development is difficult or impractical. In this sense, the objective of the research was to verify the adaptation of the culture to the culture in troughs filled with substrate in a system with leachate recirculation, through the study of the effect of substrates to the base of rice husk and of two pinch seasons, on the growth, The quality and the productive responses of the plants. The treatments were the result of the combination of the four substrate factor levels (CAC) and in natura rice husk (CAIN), used in isolation, and the mixtures of CAC + organic commercial substrate S10 (Beifort<sup>®</sup>) (15% ) And CAIN + S10 (15%)] with the two levels of the pinch factor (precocious and late). The substrates of 100% CAC or the CAIN + S10 mixture (15%) can be indicated for the culture of gypsophila in troughs, once they presented superior results. The 100% CAIN substrate predisposed to lower shoot growth, lower shoot production and lower quality. However, the substrates did not affect the dry matter partition between flowers and vegetative organs and the balance between shoot and root growth. Late pinch increases the growth and yield of gypsophila, benefiting the quality of the stems in terms of length. In view of the results, it is verified that the gypsophila adapts adequately to the culture system in troughs filled with substrates based on rice husk and with recirculation of the leachate.

**Keywords:** Floral stems. Yield. Growth. Dry mass partitioning.

## INTRODUÇÃO

*Gypsophila paniculata*, conhecida popularmente como mosquitinho, é amplamente utilizada em arranjos e buquês florais. A espécie pertence à família Cariophyllaceae e tem sido cultivada e comercializada como flor de corte anual (PETRY, 2008).

Quando cultivada diretamente no solo, a gipsofila possui um reduzido ciclo de vida produtivo, pois é suscetível a patógenos existentes no mesmo (WAHOME et al., 2011). O cultivo em substrato, além de estar livre desses patógenos, pode permitir a produção de gipsofila em áreas onde a sua produção é dificultada ou impraticável. Neste sentido, alguns produtores vêm adotando o cultivo em canais preenchidos com substrato, o que representa um menor custo com materiais e são a tendência para a produção de hortaliças (PEIL; DE ALBUQUERQUE NETO, 2014).

Dentre os diversos materiais empregados na composição dos substratos para o cultivo de plantas ornamentais, a casca de arroz carbonizada apresenta uma série de características positivas, sendo as principais a alta porosidade, permitindo a drenagem e aeração, e boa sanidade (FERREIRA et al., 2008). Entretanto, existem alguns inconvenientes no processo de carbonização, uma vez que o trabalho é oneroso, apresenta baixo rendimento e causa poluição do ar.

Neste sentido, a casca de arroz *in natura* pode ser uma alternativa em substituição à casca de arroz carbonizada em sistemas fechados, isto é, com recirculação da solução nutritiva. Nesse sistema, a elevada lixiviação da solução nutritiva, em função da baixa capacidade de retenção de água da casca *in natura*, não se configura como um problema ambiental devido à reutilização do lixiviado, como verificado com sucesso para o cultivo de hortaliças (PEIL; DE ALBUQUERQUE NETO, 2014).

Diante disso, o cultivo de flores em substrato com recirculação da solução nutritiva pode ser uma alternativa de produção, pois além de apresentar menor impacto ambiental em

relação ao cultivo no solo, possibilita economia de água e fertilizantes (ASADUZZAMAN et al., 2015). Entretanto, o fechamento do sistema demanda a adaptação do substrato de cultivo, uma vez que substratos com elevada proporção de compostos orgânicos na mistura, isto é, elevada CTC, impossibilitam a adoção desta prática, devido à tendência à salinização (MARQUES, 2016). Por outro lado, a ausência de composto orgânico na mistura do substrato à base de casca de arroz pode acarretar problemas de déficit hídrico, devido à baixa capacidade de retenção de água deste material quando empregado isoladamente.

A gipsofila é uma cultura que demanda práticas culturais essenciais, como a poda apical (*pinch*), para estimular a emissão de ramos laterais e seu potencial produtivo. A poda consiste na eliminação do ápice das plantas no primeiro ciclo produtivo, com o objetivo de quebrar a dominância apical e, estimular o aumento da produtividade em número de hastes florais emitidas por planta, (DORAJEERAO; MOKASHI, 2012). Assim, a poda tardia pode melhorar o estabelecimento inicial da cultura, com reflexos positivos sobre o crescimento e o rendimento final de hastes.

Estudos enfocando o período de poda e o tipo de substrato em sistemas fechados de cultivo ainda são inexistentes para a gipsofila. Assim, este trabalho teve como objetivo verificar a adaptação da cultura da gipsofila ao cultivo em canais preenchidos com substrato em sistema com recirculação do lixiviado, através do estudo do efeito de substratos à base de casca de arroz e de dois períodos de poda (precoce e tardio) sobre o crescimento, a qualidade e as respostas produtivas das plantas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em estufa plástica (10 x 18 m) localizada no Campus da Universidade Federal de Pelotas, município Capão do Leão - RS (coordenadas aproximadas de 31° 52'S e 52° 21'W; altitude de 13 m), no período de sete de outubro de 2015 a quatro de

abril de 2016. A temperatura do ar foi monitorada diariamente através de termo-higrômetro digital, instalado em abrigo meteorológico a 1,5 m acima da superfície do solo. A temperatura média no interior da estufa durante o experimento foi 24,1°C, a qual foi obtida a partir da soma de todas as médias de temperaturas máximas e mínimas. Os dados de radiação solar global incidente no exterior foram obtidos através da Estação Agroclimatológica de Pelotas, localizada a aproximadamente 1000 m do local do experimento. A radiação solar acumulada foi de 3073,43 MJ m<sup>-2</sup>, com média diária de 17,07 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> ao longo do período avaliado.

Foram utilizadas mudas comerciais da variedade New Amore® e o transplante foi realizado no dia sete de outubro de 2015, quando as mudas apresentavam cerca de 4-5 cm de altura.

O sistema de cultivo foi composto por 12 canais de madeira com 3,5 m de comprimento e 0,20 m de largura, com declividade de 3 %, dispostos em 6 linhas duplas, com caminhos de 0,60 m de largura e distância entre centro a centro de canais de 0,25 m. Os canais foram revestidos internamente com uma lâmina de filme de polietileno branco, de maneira a formar canais de plástico impermeáveis, a fim de conduzir o lixiviado da solução nutritiva até o reservatório.

Cada canal foi preenchido com um tipo de substrato, na altura de 0,15 m, correspondendo ao volume de 105 litros/canal de cultivo. Os quatro substratos utilizados foram: casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de arroz *in natura* (CAIN), empregadas isoladamente, e as misturas de casca de arroz carbonizada + substrato comercial orgânico S10 (Beifort®) (15%) (CAC+S10) ou casca de arroz *in natura* (85%) + substrato comercial orgânico S10 (Beifort®) (15%) (CAIN+S10). A mistura formulada do substrato casca de arroz com 15% do composto orgânico foi definida em função de que a gipsofila tem preferência por solos mais arenosos, requerendo menor teor de matéria orgânica, assim optou-se por adicionar uma pequena porcentagem do composto S10 à casca de arroz. Além de que, a elevada

proporção de composto orgânico na mistura pode ocasionar uma salinização excessiva do substrato, devido ao aumento da CTC.

O substrato comercial S10, produzido pela empresa Beifort<sup>®</sup>, é extraído a partir da compostagem do engaço e bagaço de uva, sendo certificado e indicado para a agricultura orgânica. As características físicas e químicas dos substratos empregados foram determinadas em laboratório (Tabela 1).

Tabela 1. Características físicas e químicas dos substratos casca de arroz *in natura* (CAIN) e casca de arroz carbonizada (CAC), utilizados isoladamente e em mistura com substrato comercial S10 (Beifort<sup>®</sup>) na proporção de 15%, para o cultivo de *Gipsofila paniculata* em sistema de cultivo em canais, com recirculação da solução nutritiva.

Características físicas	Substratos			
	CAC	CAIN	CAC+S10	CAIN+S10
Densidade Úmida(g L <sup>-1</sup> )	262	236	343	417
Matéria Seca (g 100g <sup>-1</sup> )	60	38	54	54
Densidade Seca (g L <sup>-1</sup> )	156	90	186	225
Porosidade Total (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,77	0,72	0,74	0,76
Espaço de aeração (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,56	0,58	0,47	0,42
Água Facilmente Disponível (m <sup>-3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,12	0,04	0,12	0,12
CRA* 10 cm (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,20	0,14	0,27	0,35
Características químicas				
Condutividade elétrica (dS m <sup>-1</sup> )	0,11	0,07	0,26	0,51
Valor de pH (H <sub>2</sub> O)	5,06	5,29	5,00	4,69

\*CRA: capacidade de retenção de água

Na cota mais baixa dos canais, encontrava-se um canal coletor, com a função de coletar e conduzir o drenado da solução nutritiva até os reservatórios. Utilizaram-se reservatórios de solução nutritiva de polietileno com capacidade de 100 litros cada, colocado na extremidade de cota mais baixa do sistema de cultivo. Uma bomba de baixa potência (lavadora de roupas – 1000 watts) foi fixada em cada reservatório e impulsionava a solução para a extremidade de

maior cota do canal através de um cano de PVC de 20 mm, na vazão de  $1,35 \text{ L h}^{-1}$  por gotejador. O fornecimento da solução foi programado por um temporizador, realizando-se fluxos de irrigação das 8:00h às 19:00h durante 15 minutos a cada uma hora. A solução drenada ao final de cada canal retornava para o reservatório, formando um sistema fechado. A formulação da solução nutritiva foi elaborada através da recomendação de (SONNEVELD; STRAVER 1994) cuja composição de macronutrientes foi (em  $\text{mmol L}^{-1}$ ):  $15,0 \text{ NO}_3^-$ ,  $1,7 \text{ H}_2\text{PO}_4^-$ ;  $1,5 \text{ SO}_4^{2-}$ ;  $1,2 \text{ NH}_4^+$ ,  $7,0 \text{ K}^+$ ;  $4,5 \text{ Ca}^{2+}$ ;  $1,2 \text{ de Mg}^{2+}$ ; e de micronutrientes (em  $\text{mg L}^{-1}$ ):  $1,40 \text{ de Fe}$ ;  $0,6 \text{ de Mn}$ ;  $0,30 \text{ de Zn}$ ;  $0,30 \text{ de B}$ ;  $0,05 \text{ de Cu}$  e  $0,05 \text{ de Mo}$ .

A condutividade elétrica da solução foi mantida entre  $1,7$  a  $1,9 \text{ dS m}^{-1}$  e, quando este valor diminuiu ou aumentou na ordem de 20%, foi feita a sua correção através de soluções estoques concentradas ou água da chuva estocada. O pH foi mantido entre 5,5 e 6,5 (indicado para a cultura), através da adição da solução de correção à base de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 1N}$ ), para diminuição do pH, ou hidróxido de sódio ( $\text{NaOH 1N}$ ), para elevação do pH.

As plantas foram transplantadas em linhas simples nos canais, com espaçamento de  $0,20 \text{ m}$  entre elas, resultando numa densidade  $10,8 \text{ plantas m}^{-2}$ , totalizando 18 plantas por canal de cultivo e 216 plantas no total.

Aos 21 dias após o transplante (DAT), foi efetuada a poda apical em metade das plantas de cada parcela. Esta prática foi realizada fazendo-se o corte com tesoura de inox esterilizada com álcool 70%, retirando-se apenas o ápice da haste primária. Nas plantas restantes, a poda foi efetuada aos 42 DAT. A poda apical (pinch) na gipsofila deve ser efetuada entre duas a seis semanas após o transplante (PETRY, 2008). Assim, estabeleceu-se a época da poda como o segundo fator avaliado, denominando-as de poda precoce e tardia (21 e 42 DAT, respectivamente).

As plantas foram conduzidas com todas as hastes que surgiram após a poda. A condução das hastes foi realizada através de redes de tutoramento confeccionadas



manualmente com linha de rafia, com espaçamento de 15x15 cm entre as malhas, e ficavam sobre as plantas nos canais de cultivo, sustentadas por estruturas de bambu e madeira.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso em esquema bifatorial (4 x 2), resultantes da combinação dos quatro níveis do fator substrato (CAIN, CAIN + S10, CAC e CAC + S10) com os dois níveis do fator poda (precoce e tardia), totalizando oito tratamentos com três repetições. O fator substrato foi alocado na parcela e o fator poda na subparcela. A parcela foi constituída por um canal de cultivo com dezoito plantas e a subparcela por nove plantas.

As colheitas foram realizadas quando as hastes apresentavam cerca de 30 % dos botões florais abertos em dois ciclos produtivos. A primeira colheita foi efetuada aos 88 DAT e a última aos 96 DAT, para o primeiro ciclo. No segundo ciclo produtivo, a primeira colheita foi realizada aos 171 DAT e a última, aos 180 DAT.

Quatro plantas por subparcela foram selecionadas para a avaliação das seguintes variáveis:

- a) Número de hastes florais: foram contadas as hastes da planta (ramos secundários);
- b) Altura de hastes produtivas (cm): comprimento das hastes com mais de 50 cm, medido a partir da base da planta, no ponto de corte;
- c) Diâmetro de hastes (mm): obtido através da medição da base das hastes produtivas da planta, com o auxílio de um paquímetro manual;
- d) Número de ramificações primárias das hastes florais: foram contadas as ramificações com mais de 10 cm de comprimento, originadas do eixo principal de cada haste;
- e) Produtividade: a produtividade foi determinada a partir do número de hastes e do número de maçãs (300 g cada) colhidos por unidade de área em cada ciclo produtivo, computando-se o período desde o início até o final da colheita de quatro plantas da subparcela;
- f) Produção de massa fresca das hastes (em gramas);

g) Massa seca (MS) das plantas: as hastes colhidas foram fracionadas em caule + folhas (MS vegetativa) e flores. Ao final do experimento, as raízes das plantas selecionadas foram separadas do substrato através da lavagem em água corrente sob baixa pressão. As diferentes frações foram submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada, a 65 °C, até obtenção de peso constante (aproximadamente 72 horas). A partir da pesagem das diferentes frações, se determinou a produção e a partição de MS dos diferentes órgãos aéreos das plantas. Para a determinação da relação MS de parte aérea/ MS raízes foram considerados os valores da soma da MS da parte aérea dos dois ciclos produtivos e da MS de raízes obtida no final do experimento.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A análise de variância dos resultados indicou que não houve interação significativa entre os fatores substrato e época da poda para a totalidade das variáveis analisadas, o que permitiu a interpretação dos resultados separadamente para cada um dos dois fatores (Tabelas 2, 3 e 4).

Quanto ao efeito do substrato sobre a produção de massa seca (MS) dos órgãos aéreos da planta (Tabela 2), verificou-se que CAC + S10 apresentou resultados superiores, porém não diferiu significativamente de CAIN + S10 e de CAC. O substrato CAIN obteve resultados inferiores comparados aos de CAC+S10.

Tabela 2. Efeito do substrato e de duas épocas de poda apical sobre a produção e a partição de massa seca (MS) entre os diferentes órgãos aéreos de plantas de *Gypsophila paniculata*, em dois ciclos produtivos, em sistema de cultivo em canais com recirculação da solução nutritiva.

Efeito	Produção MS (g planta <sup>-1</sup> )			Partição de MS (%)	
	Vegetativa	Flores	Parte Aérea	Vegetativa	Flores
1º ciclo produtivo					
Substrato					
CAC	53,0 ab*	10,5 a	64,0 b	82,9 a	17,1 a
CAIN	43,5 b	9,0 a	52,5 b	82,5 a	17,5 a
CAC + S10	68,0 a	13,0 a	81,5 a	83,4 a	16,6 a
CAIN + S10	57,0 ab	11,2 a	68,2 ab	83,7 a	16,3 a
Poda					
Precoce (21 DAT)	54,9 a	7,7 b	62,9 a	87,1 a	12,9 b
Tardia (42 DAT)	55,8 a	14,1 a	70,6 a	79,7 b	20,3 a
CV %	19,32	26,66	19,87	3,09	15,74
2º ciclo produtivo					
Substrato					
CAC	43,3 a	8,8 a	52,1 a	83,2 a	16,8 a
CAIN	32,2 b	6,7 a	38,9 b	82,8 a	17,2 a
CAC + S10	40,2 ab	7,8 a	48,0 ab	83,7 a	16,3 a
CAIN + S10	39,8 ab	7,7 a	47,5 ab	83,8 a	16,2 a
Poda					
Precoce	37,3 a	6,0 b	43,3 b	85,5 a	14,5 b
Tardia	40,7 a	9,5 a	50,5 a	81,2 b	18,8 a
CV %	14,9	24,61	15,4	3,46	17,4

\*Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna, para cada fator e ciclo produtivo, não diferem significativamente ao nível de e 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

No primeiro ciclo produtivo, o uso da CAC+S10 melhorou a produção de MS vegetativa e da parte aérea da planta em relação ao substrato CAIN. No segundo ciclo produtivo, foram verificados valores superiores da CAC em comparação com a CAIN quanto à produção de MS vegetativa e do total da parte aérea. Verificou-se que a adição de composto orgânico S10 à CAIN não trouxe efeitos positivos estatisticamente significativos para todas as variáveis de crescimento analisadas em ambos os ciclos produtivos. Já, em relação à CAC, apesar de não haver diferenças estatísticas significativas entre o material empregado isoladamente e CAC+S10 para a produção de MS vegetativa e de flores, em função dos

valores maiores para estas duas variáveis, a combinação CAC+S10 elevou a produção de massa seca total da parte aérea no primeiro ciclo produtivo, sem efeitos no segundo ciclo. Não foram observados efeitos significativos dos substratos sobre a produção de MS de flores. Apesar das diferenças entre os valores de produção de massa seca, os substratos não afetaram o padrão de partição de MS entre os diferentes órgãos da parte aérea das plantas em ambos os ciclos produtivos (Tabela 2).

Com relação ao efeito da época da poda, os resultados mostram, para ambos os ciclos produtivos, que a poda tardia proporcionou uma maior produção de MS de flores em relação à precoce (Tabela 2). Desta forma, uma vez que a produção de MS vegetativa não foi afetada pela poda, a partição proporcional de MS para as flores foi superior na poda tardia (20,3 e 18,8%), com acréscimos de 7,4 e 4,3 % nos valores da relação MS flores/MS parte aérea em relação à poda precoce (12,9 e 14,5%), no primeiro e no segundo ciclos, respectivamente. Estes resultados indicam que as plantas da poda tardia apresentavam no conjunto da parte aérea uma maior proporção de flores, o que é primordial do ponto de vista ornamental.

Independente do tratamento analisado, pode-se verificar o maior acúmulo de MS nos órgãos vegetativos aéreos em relação às flores, demonstrando que estas são drenos de fotoassimilados menos potentes, representando, na média, 16,7% da massa seca aérea da planta.

Em relação às variáveis relacionadas ao crescimento radicular (Tabela 3), observou-se, que a diferença observada se refere ao uso do substrato CAIN+S10, o qual aumentou a produção de MS das raízes em comparação com o substrato CAIN 100%. Apesar desta diferença, os substratos não apresentaram efeito sobre a relação MS parte aérea/ MS de raízes. Esta relação indica a atividade do sistema radicular no sentido de prover a parte aérea de água e nutrientes minerais, de maneira a suportar o crescimento de forma adequada. Assim, acredita-se que as plantas cultivadas nos quatro substratos apresentaram equilíbrio funcional

entre a atividade radicular (absorção de água e nutrientes) e a atividade da parte aérea (fotossíntese) (MARCELIS; KONING, 1995).

Em relação à época de poda, verificou-se que esta não exerceu efeito significativo sobre a produção de MS das raízes e a relação MS parte aérea/MS raízes (Tabela 3), indicando que a época de poda não influenciou o desenvolvimento do sistema radicular da gipsófila.

Tabela 3. Efeito do substrato e de duas épocas de poda apical sobre a produção de massa seca de raízes e a relação massa seca parte aérea/massa seca de raízes de *Gypsophila paniculata* em sistema de cultivo em canais com recirculação da solução nutritiva.

	Massa seca de raízes (g planta <sup>-1</sup> )	Relação Parte aérea/raiz (g <sup>-1</sup> /g <sup>-1</sup> )
<b>Substrato</b>		
CAC	8,3 ab*	14,6 a
CAIN	6,0 b	15,8 a
CAC+S10	7,5 ab	18,2 a
CAIN+S10	8,7 a	14,2 a
<b>Poda</b>		
Precoce (21 DAT)	7,6 a	14,6 a
Tardia (42 DAT)	7,7 a	16,8 a
CV%	18,2	20,9

\* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna, para cada fator, não diferem significativamente ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

A Tabela 4 mostra os resultados referentes aos efeitos principais dos fatores substrato e época de poda sobre as variáveis de qualidade (diâmetro, comprimento e número de ramificações da haste) e produtivas (peso médio das hastes, número de hastes, produtividade e número de maços colhidos por unidade de área) das plantas analisadas no primeiro e segundo ciclos produtivos, bem como, no somatório de ambos. Verificou-se que os substratos não exerceram efeito sobre as variáveis de qualidade das hastes no primeiro ciclo. No segundo ciclo, observou-se que o cultivo em CAC+S10 aumentou o diâmetro das hastes em comparação a CAIN (Tabela 4), sem afetar o comprimento e o número de ramificações.

Tabela 4. Efeito do substrato e de duas épocas de poda apical sobre a qualidade e as respostas produtivas de hastes de *Gypsophila paniculata*, em dois ciclos produtivos, em sistema de cultivo em canais com recirculação da solução nutritiva.

	Variáveis de qualidade			Variáveis produtivas			
	Diâmetro	Comp.	Nº	Peso	Hastes	Produ-ti-	Maços
	hastes	hastes	ramif/	médio	(m <sup>2</sup> )	vidade	(m <sup>2</sup> )
	(mm)	(cm)	haste	haste (g)		(g m <sup>2</sup> )	
1º ciclo produtivo							
Substrato							
CAC	4,6 a	89,5 a	9,1 a	24,3 b	103,5 a	2418,0 ab	8,0 ab
CAIN	4,5 a	87,3 a	9,3 a	23,4 b	90,4 a	1906,3 b	6,4 b
CAC + S10	4,6 a	93,4 a	9,7 a	34,55 a	93,6 a	3076,1 a	10,2a
CAIN + S10	4,7 a	89,7 a	9,6 a	28,6 ab	91,8 a	2528,0 ab	8,5 ab
Poda							
Precoce	5,0 a	86,6 b	10,3 a	32,7 a	73,3 b	2372,7 a	7,9 a
Tardia	4,2 b	93,4 a	8,6 b	22,7 b	116,3 a	2596,7 a	8,6 a
CV %	5,72	5,25	5,38	21,3	12,94	16,78	16,78
2º ciclo produtivo							
Substrato							
CAC	4,7 ab	79,6 a	11,8 a	27,2 a	68,4 a	1851,5 a	6,2 a
CAIN	4,5 b	80,7 a	11,3 a	27,8 a	50,4 b	1379,4 a	4,6 a
CAC + S10	5,0 a	82,9 a	11,9 a	31,7 a	63,0 a	1995,1 a	6,6 a
CAIN + S10	4,6 b	81,5 a	11,5 a	27,7 a	65,7 a	1816,1 a	6,0 a
Poda							
Precoce	4,6 a	81,2 a	11,7 a	27,0 a	58,9 a	1570,0 b	5,2 b
Tardia	4,8 a	81,1 a	11,6 a	30,1 a	64,8 a	1950,9 a	6,4 a
CV %	4,1	3,61	5,82	18,26	12,12	22,48	22,48
Total: 1 <sup>o</sup> + 2 <sup>o</sup> ciclos							
Substrato							
CAC				31,4 a	171,9 a	4269,4 ab	14,3 ab
CAIN				51,18 a	140,8 b	3285,7 b	10,9 b
CAC + S10				66,2 a	156,6 ab	5071,2 a	16,8 a
CAIN + S10				56,4 a	157,5 ab	4354,6 ab	14,5 ab
Poda							
Precoce				59,7 a	132,3 b	3942,9 a	13,2 a
Tardia				52,8 a	181,1 a	4547,6 a	15,14 a
CV %				17,05	9,22	17,14	17,2

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna, para cada fator e ciclo, não diferem significativamente ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

No que se refere às variáveis produtivas, o uso do substrato CAC+S10 aumentou o peso médio, a produtividade em gramas e o número de maços colhidos por unidade de área em

relação ao cultivo em CAIN no primeiro ciclo (Tabela 4). No segundo ciclo produtivo, a única diferença observada foi em relação ao maior número de hastes/m<sup>2</sup> obtido no cultivo em CAC, seguido de CAIN+S10 e CAC+S10 em relação ao substrato CAIN (Tabela 4). Os efeitos da adição do composto S10 na melhoria das respostas produtivas em relação ao uso dos materiais puros foram pouco perceptíveis para ambos, CAC e CAIN. A adição de S10 somente aumentou o peso médio das hastes em relação ao uso da CAC 100% no primeiro ciclo e aumentou o número de hastes colhidas por m<sup>-2</sup> em relação à CAIN 100% no segundo ciclo.

Nos resultados referentes à soma dos valores dos dois ciclos produtivos, observou-se que à mistura CAC+S10 continuou sendo superior à CAIN para as variáveis produtividade e número de maços colhidos por unidade de área, enquanto que a CAC 100% foi superior em relação ao número de hastes/m<sup>-2</sup>, não diferindo dos demais substratos.

Quanto ao emprego isolado da CAIN, cabe salientar que, em relação à CAC 100%, este substrato não prejudicou nenhuma das variáveis de qualidade, apresentando resultado inferior somente sobre o número de hastes por m<sup>2</sup> no segundo ciclo produtivo, e que se manteve na soma dos dois ciclos (Tabela 4).

A partir da análise comparativa dos resultados obtidos nos dois ciclos produtivos, observa-se que as respostas produtivas em função do tipo de substrato foram mais incipientes no segundo ciclo produtivo em relação ao observado no primeiro, o que pode ser atribuído ao aumento da capacidade de retenção de água e à maior adsorção de íons nutrientes ocasionadas pela decomposição natural do material ao longo do tempo (CARON et al. 2004).

Nas condições de cultivo propostas nesta pesquisa, foi possível verificar que a casca de arroz *in natura*, empregada isoladamente, causou algumas respostas inferiores em relação aos outros substratos. Este fato poderia ser atribuído à casca de arroz *in natura* apresentar baixa capacidade de retenção de água (14%), sendo que o ideal seria de 25 - 30% do volume (GABRIELS, 1988; FERMINO, 2014). Assim há dificuldades para a conservação de uma

umidade homogênea, indicando que para se obter uma maior eficiência, deve-se empregá-la em mistura com outros materiais (MEDEIROS, 2008). O mesmo autor, avaliando o cultivo sem solo de duas cultivares de morangueiro em substratos constituídos de casca de arroz destaca uma tendência de menor produtividade para o substrato casca de arroz *in natura*. Desta forma, a baixa capacidade de retenção influenciaria negativamente o rendimento da cultura porque dificultaria a absorção de água e a adsorção de nutrientes, que servem de reserva às plantas.

A adição de S10 na proporção de 15% trouxe benefícios a algumas características físicas (capacidade de retenção de água  $0,35 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  e densidade úmida  $417 \text{ g L}^{-1}$ ) e químicas (CE  $0,51 \text{ dS}^{-1}$ ) dos substratos em relação ao uso dos materiais puros, especialmente para CAIN (Tabela 1).

Observou-se que houve um aumento considerável da densidade úmida de CAIN e CAC com a adição do S10. Com relação à matéria seca do substrato, o seu valor aumentou na mistura de CAIN+S10 e diminuiu em CAC+S10. Porém, a porosidade total não sofreu alterações significativas em ambos os substratos. A adição do S10 provocou uma redução da ordem de 9% e de 16%, respectivamente no espaço de aeração, em relação à CAC e CAIN isoladas. Entretanto, isso não alterou a água facilmente disponível em CAC+S10 e aumentou em CAIN+S10. A capacidade de retenção de água das misturas CAC+S10 e CAIN+S10 ( $0,27$  e  $0,35 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) aumentou consideravelmente em relação aos materiais puros CAC e CAIN ( $0,20$  e  $0,14 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), especialmente para CAIN (Tabela 1). As alterações físicas verificadas nos substratos estão relacionadas ao rearranjo das partículas com a introdução de um material formado por partículas menores (S10), o que é mais evidente em CAIN cujas partículas são de maior tamanho do que em CAC. Na CAC, o próprio processo de carbonização provoca a quebra de parte das cascas gerando uma variação maior na distribuição do tamanho de partículas, com um percentual que se assemelha ao tamanho daquelas do S10. Assim, a adição



do condicionador S10 afetou menos as propriedades físicas deste material após a mistura.

No que se refere às características químicas analisadas, a CE elétrica aumentou nas misturas em relação aos materiais puros, o que foi mais evidente para CAIN (Tabela 1). Possivelmente, a adição do S10 possibilitou uma liberação de íons na solução do substrato ao ser irrigado somente com água, causando um aumento na condutividade elétrica antes do plantio em  $0,15 \text{ dS m}^{-1}$  e em  $0,29 \text{ dS m}^{-1}$ , respectivamente, para CAC+S10 e CAIN+S10, em relação aos materiais puros.

Referente aos valores de pH, a adição de S10 à CAIN reduziu o seu valor (4,69), porém, não causou alteração significativa ao pH da mistura CAC+S10, comparando com CAC 100%. Esta redução pode ser atribuída à presença de microorganismos do S10 que podem ter influenciado na composição dos mesmos. Neste experimento, a redução no valor de pH antes do cultivo em CAIN+S10, não foi prejudicial, uma vez que, as correções realizadas com base (Hidróxido de sódio) ao longo do cultivo, possibilitaram o aumento do seu valor e a disponibilidade de nutrientes adequados ao desenvolvimento das plantas.

Assim, as alterações nas características físicas e químicas foram mais evidentes com a adição de S10 à CAIN do que à CAC, em relação aos respectivos materiais puros, indicando um aumento da retenção e disponibilidade de água e do teor de nutrientes, o que poderia explicar a melhoria considerável das respostas das plantas na mistura CAIN+S10 em relação à CAIN 100%.

Desta forma CAIN+S10 e CAC 100% apresentaram melhores resultados para as variáveis avaliadas. Porém, as respostas inferiores da CAIN 100% não foram constantes para todas as variáveis e nem em relação aos outros substratos. Assim, não se pode destacar um substrato com respostas nitidamente superiores, mas sim, pode-se apontar a CAIN 100% como menos promissora para a cultura considerando o manejo adotado nesta pesquisa. De qualquer forma, as respostas de crescimento, produtivas e de qualidade foram bastante

positivas em relação ao observado, normalmente, para a cultura. Assim, antes de descartar este substrato, novas pesquisas devem ser realizadas a fim de verificar o manejo da fertirrigação (frequência e composição da solução nutritiva) para o cultivo neste material.

O rendimento da cultura é relacionado ao número de hastes e a quantidade de maços (300 gramas) (IBRAFLOR, 2016) produzidos por unidade de área. O número médio de hastes produzidas neste experimento, somando-se a produção de primeiro e de segundo ciclos, foi de 156,7 hastes  $m^{-2}$  e 14,1 maços  $m^{-2}$ . As produções obtidas nesta pesquisa se encontram bastante acima dos valores totais de 113,2 hastes  $m^{-2}$  e 4,9 maços  $m^{-2}$  obtidos por (GIRARDI, 2012), avaliando a disponibilidade hídrica e seus efeitos sobre o desenvolvimento radicular e a produção de gipsofila envasada em ambiente protegido.

Os resultados positivos obtidos no experimento podem ser atribuídos à alta frequência da fertirrigação utilizada ao longo dos ciclos produtivos, o que favoreceu o crescimento, a qualidade e a produtividade da gipsofila. Assim, foi possível verificar que o sistema melhorou as respostas das plantas, apesar dos diferentes materiais utilizados como substrato. Várias pesquisas apontam que o cultivo em substrato com alta frequência de fornecimento da solução nutritiva promove o incremento da produtividade e qualidade de diferentes culturas por fornecer às plantas quantidades de água e nutrientes adequadas (GIMÉNEZ, 2008; ANDRIOLO et al., 2009; PIRES, 2009).

Diante disso, para o sistema empregado, o uso da CAC de forma isolada ou de CAIN+S10 pode ser indicado em função das suas respostas superiores associadas ao menor custo do primeiro e à facilidade de preparo do segundo. Nesta análise, deve-se ter em conta que a CAC é um material de baixo custo (VASCONCELOS et al., 2012), mas de difícil obtenção em função do processo de carbonização ser oneroso e de baixo rendimento, com implicações ambientais.

Por outro lado, o composto S10 apresenta um custo mais elevado, mas a sua proporção é baixa na mistura com CAIN, que apresenta custo menor na região sul do Rio Grande do Sul.

No que se refere ao efeito da época de realização da poda, no primeiro ciclo, a poda tardia contribuiu para a produção de hastes mais longas, enquanto que a poda precoce proporcionou maior diâmetro e número de ramificações por haste. Além disso, a poda tardia elevou o número de hastes produzidas para 116,3 hastes  $m^{-2}$ , enquanto que na poda precoce este número foi de 73,3 hastes  $m^{-2}$ . Em contrapartida, a poda precoce aumentou o peso médio de hastes. Assim, no computo final, a produtividade de hastes em peso ( $g m^{-2}$ ) e o número de maços colhidos por unidade de área não foram afetados pela poda neste ciclo produtivo (Tabela 4).

No segundo ciclo produtivo, a poda tardia aumentou a produtividade e o número de maços colhidos por unidade de área. Porém, não foi observado efeito da poda sobre as demais variáveis produtivas e de qualidade (Tabela 4).

O primeiro ciclo proporcionou hastes mais alongadas (média de 90,0 cm) que o segundo (média de 81,2 cm). Segundo o IBRAFLOR (2016), o comprimento mínimo das hastes para comercialização deve ser de 50 cm, sendo as hastes longas mais valorizadas. Desta maneira, independente do tipo de poda e do ciclo produtivo, as hastes obtidas em todos os tratamentos enquadraram-se nos padrões de comercialização de hastes longas mais requeridas pelos floristas.

Houve uniformidade de espessura das hastes entre os dois ciclos (médias de 4,6 e 4,7 mm, respectivamente, no 1º e 2º ciclos). O padrão na espessura das hastes contribui para a uniformização dos maços para a comercialização, favorecendo a qualidade do produto final (IBRAFLOR, 2016). Na soma dos dois ciclos, o efeito positivo da poda tardia somente foi observado para o número de hastes  $m^{-2}$  (Tabela 4).

Considerando que, entre os atributos de qualidade levados em conta para a comercialização, o comprimento é mais importante do que o diâmetro das hastes, a análise conjunta das variáveis de qualidade com os resultados de produtividade indica ser a poda tardia mais adequada para a cultura. Isso pode ser atribuído ao maior crescimento no momento da realização da poda tardia, quando as plantas estavam mais desenvolvidas, com maior número de brotações, o que possibilitou o crescimento de um maior número de hastes na planta. Isso levou à colheita de um maior número de hastes e mais longas no primeiro ciclo, sendo esta última característica atribuível à competição por luz. As plantas que foram podadas mais precocemente apresentavam menor número de brotações, as quais originaram menor número de hastes. Porém, as hastes tinham maior peso médio e diâmetro em função da menor competição entre estas no primeiro ciclo. Já, no segundo ciclo, as diferenças entre as épocas de poda foram reduzidas, porém, a poda tardia ainda resultou na colheita de maior número de maços e produtividade.

A poda é uma das práticas mais adequadas para o cultivo bem sucedido de flores cortadas, bem como plantas de vaso (ONA et al., 2015). Entretanto, a época ou o período de execução da poda é um fator importante que influencia significativamente no ciclo da cultura. Os mesmos autores avaliando a influência da poda sobre o crescimento de crisântemo bola de neve verificaram que a mesma aumentou o número de ramos e flores, porém reduziu a altura das plantas.

De maneira geral, as respostas de crescimento e produtivas, assim como das variáveis relacionadas à qualidade das hastes (diâmetro e comprimento de hastes), foram inferiores no segundo ciclo produtivo. No primeiro ciclo produtivo, o crescimento das plantas ocorreu na primavera, cujas temperaturas não são excessivamente elevadas, e o aumento da disponibilidade de radiação solar, típicos desta época no Rio Grande do Sul, aumentaram o crescimento, a produção e os aspectos qualitativos das hastes colhidas. No segundo ciclo, o

crescimento ocorreu entre meados de janeiro até abril, quando as temperaturas muito elevadas nos primeiros meses e o declínio da radiação solar, característicos da época, reduziram os parâmetros produtivos e de qualidade.

## CONCLUSÕES

Considerando o sistema de cultivo em canais com recirculação do lixiviado e os quatro substratos empregados na pesquisa, conclui-se que os substratos casca de arroz carbonizada 100% e a mistura de casca de arroz *in natura* (85%) + composto S10 (15%) podem ser indicados para o cultivo de gipsofila, uma vez que apresentam resultados superiores. A casca de arroz *in natura* 100% reduz o crescimento da parte aérea, a produção de hastes e a qualidade. Entretanto, os substratos não afetam o padrão de partição de massa seca entre flores e órgãos vegetativos e o equilíbrio entre o crescimento da parte aérea e das raízes. A poda tardia aumenta o crescimento e a produtividade de gipsofila, melhorando a qualidade das hastes no que se refere ao comprimento. Assim, diante dos resultados relacionados à produção e qualidade de hastes obtidos no presente experimento, constata-se que a gipsofila adapta-se de forma adequada ao sistema de cultivo em canais preenchidos com substratos à base de casca de arroz e com recirculação do lixiviado.

## REFERÊNCIAS

ANDRIOLO, J. L. et al. Cultivo sem solo do morangueiro com três métodos de fertirrigação. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 691-695, 2009.

ASADUZZAMAN, M. et al. Influence of soilless culture substrate on improvement of yield and produce quality of horticultural crops. **Soilless Culture Use of Substrates for the Production of Quality Horticultural Crops**, v. 10, p. 400-413, 2015.

BAKKER, J. C. et al. Greenhouse Climate Control in integrated approach. In: MARCELIS, L. F. M.; DE KONING, A. N. M. **Biomass partitioning in plants**. Wageningen Pers. 1995. 296 p.

CARON, B. O. et al. Crescimento da alface em diferentes substratos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 3, n.2, p. 97-104, 2004.

DORAJEERAO, A. V. D.; MOKASHI, A. N. Growth analysis as influenced by pinching time in garland chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium* L.). **Global Journal Bio-Science & Biotechnology**, v. 1, p. 242-247, 2012.

FERMINO, MARIA HELENA. **Substratos: composição, caracterização e métodos de análise**. Guaíba: Agrolivros, 2014. 112p. il.

FERREIRA, E. A. et al. Influencia de diferentes substratos e fertilizantes na aclimação de plantas de figueira (*Ficus Carica* L.). **Revista Caatinga**, v. 21, n. 5, 2008.

GABRIELS, R. Substrate requirements for plants. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 221, p. 19-23, 1988.

GIMÉNEZ, G.; ANDRIOLO, J.; GODOI, R.. Strawberry soilless cultivation. **Ciência Rural**, v. 38, n.1, p.273-279, 2008.

GIRARDI, L. B. Disponibilidade hídrica e seus efeitos sobre o desenvolvimento radicular e a produção de Gipsófila envasada em ambiente protegido. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n.4, p.501-509, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA - IBRAFLOR. **Critério de classificação *Gypsophila paniculata***. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=163>>. Acesso em: 11 out. 2016.

MARQUES, G. N. Fruticultura, cultivo do morangueiro em substrato. In: MARQUES, G. N. e PEIL, R. M. N. **Ecofisiologia de cultivares de morangueiro**. Senar - PR, 2016. 112 p.

MEDEIROS, C. A. B.; STRASSBURGER A. S.; ANTUNES L. E. C. Casca de arroz e sua carbonização para utilização em substratos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Embrapa Clima Temperado – **Circular Técnica**. 2008.

ONA, A. F. et al. Influence of Pinching on Growth and Yield of Snowball Chrysanthemum. **International journal of business, social and scientific research**, v.3, n.3, p.174-178, 2015.

PEIL, R. M. N.; DE ALBUQUERQUE NETO, A. A. R. Densidade de plantio e genótipos de tomateiro cereja cultivados em casca de arroz com solução recirculante. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 2, 2014.

PETRY, C. Plantas Ornamentais aspectos para a produção. In: Petry, C.; Bellé, S.; CALVETE, E.O. **Produção de gipsófila**. Editora Universidade de Passo Fundo - Passo fundo, 2008. 201p.

PIRES, R. C. M. et al. Irrigation frequency and substrate volume effects in the growth and yield of tomato plants under greenhouse conditions. **Scientia Agricola**, v.68, n.4, p.400-405, 2009.

SONNEVELD, C.; STRAVER, N. **Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates**. Tenth ed. Proefstation voor Tuinbouw onder Glas Te Naaldwijk, The Netherlands, Series: Voeding oplossingen Glastuinbouw. 1994. 45 p.

VASCONCELOS, A. A.; INNECCO, R.; MATTOS, S. H. Influence of different compositions of substrates on the vegetative propagation of Gypsophila along the Ceará coastline. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 706-712, 2012.

WAHOME, P. K. et al. Effects of Different Hydroponics Systems and Growing Media on the Vegetative Growth, Yield and Cut Flower Quality of Gypsophila (*Gypsophila paniculata* L.). **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 7, n. 6, p. 692-698, 2011.

**ARTIGO 2**

**FENOLOGIA, CONSUMO HÍDRICO E EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA DE  
GIPSOFILIA (*Gypsophila paniculata*) CULTIVADA EM CALHAS COM  
SUBSTRATO**

(A ser submetido à Revista Ciência e Agrotecnologia)



## FENOLOGIA, CONSUMO HÍDRICO E EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA DE GIPSOFILIA (*Gypsophila paniculata*) CULTIVADA EM CALHAS COM SUBSTRATO

Daniela Höhn<sup>1</sup>; Laís Perin<sup>1</sup>; Albertina Weith<sup>1</sup>; Paulo Roberto Grolli<sup>1</sup>; Roberta Marins Nogueira Peil<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas/UFPEL, Capão do Leão, RS, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas/UFPEL Departamento de fitotecnia/DF, Capão do Leão, RS, Brasil - Bolsita PQ CNPq

\*Corresponding author: dani.hohn.sc@gmail.com

### RESUMO

O conhecimento das principais características dos substratos e das necessidades hídricas da cultura, como a determinação da fase de maior demanda em função do manejo fitotécnico, são fundamentais para gerar informações que possibilitem a adoção do sistema de cultivo sem solo para a gipsofila. Assim, o objetivo do trabalho foi determinar a soma térmica, quantificar o consumo hídrico e determinar a eficiência no uso da água (EUA) durante as fases de desenvolvimento da gipsofila submetida a duas épocas de poda (precoce e tardia) e cultivada em diferentes substratos, em sistema com coleta e reutilização da solução nutritiva drenada. Quatro substratos foram empregados: casca de arroz *in natura* (CAIN), casca de arroz carbonizada (CAC) e as misturas CAIN (85%) + S10 (15%; composto orgânico comercial) e CAC (85%) + S10 (15%). Os resultados obtidos indicam que a poda tardia antecipa o ciclo da gipsofila. O período em que ocorreu maior acúmulo de graus dia, para a poda precoce, foi na fase fenológica III (elongação das hastes e iniciação floral), e para a poda tardia, na fase I (estágio vegetativo). O consumo médio total acumulado durante o ciclo foi de 7,05 litros planta<sup>-1</sup> e o consumo médio diário foi de 0,309 litros planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Os substratos não afetaram a EUA em relação à produção de massa seca (MS), porém CAC+S10 e CAIN+S10 apresentaram maior EUA para a produção de massa fresca (MF) em relação aos materiais

puros. Verificou-se que a gipsófila produz em média 9,36 g de MS para cada litro de água consumido, sendo a fase fenológica III a que demanda maior volume de água para o desenvolvimento da cultura.

**Termos para indexação:** casca de arroz; substratos; crescimento; florescimento; irrigação.

## **ABSTRACT**

The knowledge about the main characteristics of the substrates, together with the water needs of the crop like the time or phase of higher demand as a function of the crop management are fundamental for the gypsophila production in a soilless cultivation system, with nutrient solution recirculation. Thus, the objective of the study was to quantify the water consumption and to determine the water use efficiency (WUE) during the different gypsophila development phases considering two pinch seasons (early and late). Four substrates were used: carbonized rice husk (CAC) and raw rice husk (CAIN), and the mixtures of CAC + organic commercial substrate S10 (Beifort<sup>®</sup>) (15% ) and CAIN + S10 (15%). The results indicate that the late pinch anticipates the gypsophila cycle. The period of greatest accumulation of day degrees for early pinch was in phenological phase III (elongation of the stems and floral initiation), while for late pinch it was in stage I (vegetative stage). The total average consumption accumulated during the cycle was 7.05 liters plant<sup>-1</sup> and the average daily consumption was 0.309 liters plant<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>. The substrates CAC + S10 and CAIN + S10 presented higher WUE related to the production of fresh mass compared to the pure materials, and did not affect the WUE for dry mass production. Thus, it was verified that gypsophila produced on average 9.36 g of DM for each liter of water consumed, being the phenological phase III, which demands greater volume of water for the crop development.

**Index terms:** Rice husk; substrates; growth; flowering; irrigation.

## INTRODUÇÃO

No mercado brasileiro, as flores de corte se destacam como um dos segmentos mais rentáveis da floricultura (SEBRAE, 2015). Dentre estas, a produção de gipsofila tem importante destaque, sendo uma das espécies mais comercializadas no Brasil. A gipsofila, também conhecida como mosquitinho, é originária da Europa e Ásia e pertence a família *Cariophyllaceae* (Petry, 2008). Sua produção é destinada, especialmente, à confecção de buques e arranjos florais e para decoração, pois suas flores propiciam beleza e harmonia aos ambientes.

O sucesso da produção comercial de gipsofila depende, especialmente, do conhecimento das condições ambientais necessárias para produzir em épocas específicas do ano (Girardi et al., 2012), além do uso de técnicas que propiciem a otimização da mão de obra, o uso racional da água e o rendimento para o produtor. Desta forma, o cultivo da espécie em substrato e em bancadas suspensas, que facilitam o manejo para o produtor, pode ser uma alternativa interessante, uma vez que a disponibilidade e qualificação da mão de obra é um fator limitante na agricultura (Gaspari; Khatounian, 2016).

Dentre os diversos substratos utilizados na produção de plantas ornamentais, a casca de arroz, especialmente a carbonizada, é muito utilizada para o enraizamento de estacas de diversas espécies (Almeida et al., 2008). No Rio Grande do Sul, este material é um resíduo da indústria arroseira, sendo, portanto, facilmente disponível. Entre as características da casca de arroz carbonizada, destaca-se o fácil manuseio, baixa densidade e valor de pH em torno da neutralidade (Saidelles et al., 2009), além de possuir baixa capacidade de retenção de água, com drenagem rápida e eficiente. No entanto, o processo de carbonização da casca de arroz apresenta dificuldades, relacionadas principalmente com o empirismo do processo, é de baixo rendimento, uma vez que reduz em 50% o volume da casca e pode causar poluição do ar (Gimenez et al., 2008).

A casca de arroz *in natura* pode ser um material alternativo à casca arroz carbonizada, como observado para hortaliças de fruto em sistemas de cultivo com recirculação da solução nutritiva drenada (Peil; De Albuquerque Neto, 2014). Porém, o seu uso como substrato puro em cultivos comerciais exige irrigações frequentes. Neste sentido, o emprego de compostos orgânicos em mistura com a casca de arroz poderia aumentar a capacidade de retenção de água do substrato, permitindo uma menor frequência de irrigação.

Contudo, o conhecimento das principais características dos substratos, aliado ao das necessidades hídricas da cultura, como a definição da época de maior demanda, é fundamental para empregar o manejo mais apropriado e obter bons resultados. Assim, a otimização no uso da água, por meio da irrigação frequente, se constitui em um fator de aumento de produtividade e diminuição de riscos, influenciando na qualidade das hastes florais (Souza, 2011).

Aliado a isso, o consumo hídrico das plantas ornamentais, em especial a gipsofila, é pouco estudado, havendo poucas informações na literatura referentes ao assunto, necessitando de mais estudos para entender a real necessidade da cultura, evitando o desperdício de água (Girardi et al., 2012).

Apesar do desperdício de água ser mínimo em sistemas recirculantes (Marques et al., 2014), o excesso de irrigação pode causar outros problemas, como a lixiviação dos nutrientes, dificuldades para controlar o pH e redução acentuada da condutividade elétrica da solução do substrato, além da proliferação de doenças. Já o déficit hídrico reduz o crescimento e o desenvolvimento das plantas, em função da redução da extração de água e da evapotranspiração da cultura (Peiter et al., 2007). Conhecendo a quantidade de água a ser fornecida às plantas, é possível garantir um manejo mais eficiente da irrigação (Parizi, et al., 2010), contribuindo, desta maneira, para a economia e preservação da água.

Considerando que o cultivo de gipsofila em substrato com recirculação da solução nutritiva pode representar economia de água para a irrigação e que há poucas informações em relação à espécie, o objetivo do trabalho foi avaliar a fenologia, o consumo hídrico e a eficiência no uso da água da gipsofila ao longo das fases de desenvolvimento em diferentes substratos à base de casca de arroz, considerando o efeito de duas épocas de poda.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em estufa plástica (10 x 18 m) localizada no Campus da Universidade Federal de Pelotas, município Capão do Leão - RS (coordenadas aproximadas de 31° 52'S e 52° 21'W; altitude de 13 m), no período de sete de outubro de 2015 a treze de janeiro de 2016. A temperatura do ar foi monitorada diariamente através de termo-higrômetro digital, instalado em abrigo meteorológico a 1,5 m acima da superfície do solo. A temperatura média no interior da estufa durante o experimento foi 24,1°C, a qual foi obtida a partir da soma de todas as médias de temperaturas máximas e mínimas. Os dados de radiação solar global incidente no exterior foram obtidos através da Estação Agroclimatológica de Pelotas, localizada a aproximadamente 1000m do local do experimento. A radiação solar acumulada foi de 3073,43 MJ m<sup>-2</sup>, com média diária de 17,07 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> ao longo do período avaliado.

Foram utilizadas mudas comerciais da variedade New Amore<sup>®</sup>, adquiridas da empresa Bioplugs de São Paulo. O transplante foi realizado no dia sete de outubro de 2015, quando as mudas apresentavam cerca de 4-5 cm de altura.

O sistema de cultivo foi composto por 12 canais de madeira com 3,5 m de comprimento e 0,20 m de largura, com declividade de 3 %, dispostos em 6 linhas duplas, com caminhos de 0,60 m de largura e distância entre centro a centro de canais de 0,25 m. Os canais foram revestidos internamente com uma lâmina de filme de polietileno branco, de maneira a formar

canais de plástico impermeáveis, a fim de conduzir o lixiviado da solução nutritiva até o reservatório.

Cada canal foi preenchido com um tipo de substrato, na altura de 0,15 m, correspondendo ao volume de 105 litros/canal de cultivo. Os quatro substratos utilizados foram: casca de arroz carbonizada (CAC) e casca de arroz “*in natura*” (CAIN), empregadas isoladamente, e as misturas de CAC (85%) + substrato comercial orgânico S10 (Beifort<sup>®</sup>) (15%) (CAC+S10) e CAIN (85%) + S10 (Beifort<sup>®</sup>) (15%) (CAIN+S10). O substrato comercial S10, produzido pela empresa Beifort<sup>®</sup>, é obtido a partir da compostagem do engaço e bagaço de uva, sendo certificado e indicado para a agricultura orgânica. As características físicas e químicas dos substratos empregados foram determinadas em laboratório (Tabela 1).

Tabela 1. Características físicas e químicas dos substratos casca de arroz *in natura* (CAIN) e casca de arroz carbonizada (CAC), utilizados isoladamente e em mistura com substrato comercial S10 (Beifort<sup>®</sup>) na proporção de 15%, para produção de *Gipsofíla paniculata* em sistema de cultivo em canais com recirculação da solução nutritiva.

Características físicas	Substratos			
	CAC	CAIN	CAC+S10	CAIN+S10
Densidade Úmida(g L <sup>-1</sup> )	262	236	343	417
Matéria Seca (g 100g <sup>-1</sup> )	60	38	54	54
Densidade Seca (g L <sup>-1</sup> )	156	90	186	225
Porosidade Total (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,77	0,72	0,74	0,76
Espaço de aeração (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,56	0,58	0,47	0,42
Água Facilmente Disponível (m <sup>-3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,12	0,04	0,12	0,12
CRA* 10 cm (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,20	0,14	0,27	0,35
Características químicas				
Condutividade elétrica (dS m <sup>-1</sup> )	0,11	0,07	0,26	0,51
Valor de pH (H <sub>2</sub> O)	5,06	5,29	5,00	4,69

\*CRA: capacidade de retenção de água

Na cota mais baixa dos canais, encontrava-se um canal coletor, com a função de coletar e conduzir o drenado da solução nutritiva até os reservatórios. Utilizaram-se reservatórios de

solução nutritiva de polietileno com capacidade de 100 litros cada, colocado na extremidade de cota mais baixa do sistema de cultivo. Uma bomba de baixa potência (lavadora de roupas – 1000 watts) foi fixada em cada reservatório e impulsionava a solução para a extremidade de maior cota do canal através de um cano de PVC de 20 mm, na vazão de  $1,35 \text{ L h}^{-1}$  por gotejador. O fornecimento da solução foi programado por um temporizador, realizando-se fluxos de irrigação das 8:00h às 19:00h durante 15 minutos a cada uma hora. A solução drenada ao final de cada canal retornava para o reservatório, formando um sistema fechado.

A formulação da solução nutritiva foi elaborada através da recomendação de Sonneveld & Straver (1994), cuja composição de macronutrientes foi (em  $\text{mmol L}^{-1}$ ):  $15,0 \text{ NO}_3^-$ ,  $1,7 \text{ H}_2\text{PO}_4^-$ ;  $1,5 \text{ SO}_4^{2-}$ ;  $1,2 \text{ NH}_4^+$ ,  $7,0 \text{ K}^+$ ;  $4,5 \text{ Ca}^{2+}$ ;  $1,2$  de  $\text{Mg}^{2+}$ ; e de micronutrientes (em  $\text{mg L}^{-1}$ ):  $1,40$  de Fe;  $0,6$  de Mn;  $0,30$  de Zn;  $0,30$  de B;  $0,05$  de Cu e  $0,05$  de Mo.

O valor de pH da solução nutritiva foi mantido na faixa de 5,5 a 6,5 (monitorado com pHmetro digital manual), sendo corrigido com soluções ácidas ou básicas, quando necessário. A condutividade elétrica foi mantida em torno de 1,7 a 1,9  $\text{dS m}^{-1}$  (monitorada com condutivímetro digital manual), sendo corrigida com solução concentrada ou água quando ocorriam variações na ordem de 10% abaixo ou acima deste valor.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso com três repetições, sendo a parcela correspondente a um canal de cultivo preenchido por um substrato, contendo 18 plantas e seu correspondente reservatório de solução nutritiva graduado.

Aos 21 dias após o transplante (DAT), foi efetuada a poda apical (pinch) em metade das plantas de cada parcela. Nas plantas restantes, a poda foi efetuada aos 42 DAT, estabelecendo-se a época da poda como o segundo fator a ser avaliado em relação à duração das fases fenológicas, denominando-as de poda precoce e tardia (21 e 42 DAT, respectivamente). O período de avaliação da fenologia da cultura compreendeu desde o transplante até a colheita final das hastas.

As plantas foram conduzidas com todas as hastes que surgiram após a poda. O tutoramento das hastes foi realizado através de redes confeccionadas manualmente com linha de ráfia, com malha de 15x15 cm, que ficavam sobre as plantas nos canais de cultivo, sustentadas por estruturas de bambu e madeira.

Foram anotadas as datas de aparecimento e duração das fases fenológicas das plantas para as duas épocas de poda. Para esta avaliação, foram consideradas todas as plantas do experimento. O desenvolvimento da gipsófila, considerando as características do florescimento das plantas e baseado na escala fenológica (DANZINGER, 1995), foi dividido em fases de acordo com os seguintes critérios: a) Estágio vegetativo (I): do transplante até a indução ao florescimento; b) Indução ao florescimento (II): período compreendido após a poda (pinch) até o alongamento das hastes; c) Elongação e iniciação floral (III): período em que as hastes iniciaram a alongação até o início do florescimento; d) Florescimento (IV): correspondeu ao período em que 30 % das plantas apresentaram botões florais em ponto de colheita.

A soma térmica diária (STd, °C dia) foi calculada através da fórmula:

$$STd = (T_{med} - T_b) \times 1 \text{ dia, conforme Arnold (1960);}$$

Onde a  $T_{med}$  é a temperatura média do ar, calculada pela média entre as temperaturas mínima e máxima diárias do ar; e  $T_b$  é a temperatura base para a espécie. Foi utilizada a temperatura base de 10°C. A soma térmica acumulada (STa) para as diferentes fases fenológicas foi calculada através da soma dos valores de STd.

Para a avaliação do consumo hídrico nos diferentes substratos, em cada canal foram colocadas 18 plantas e um reservatório de solução nutritiva graduado de 0 a 100 litros. Através da necessidade de solução a ser reposta no sistema, a partir de um volume inicial, foi determinado o volume consumido pelas plantas em certo período. A reposição foi realizada de acordo com a necessidade do consumo de solução nutritiva, sempre que essa atingia o volume



referência.

Ao final do primeiro ciclo de cultivo, em função da última colheita, realizada 96 dias após o transplante (13 de janeiro de 2016), foi realizada a soma dos volumes de solução nutritiva adicionados por reservatório.

O consumo total em litros por planta foi obtido através da divisão do volume total consumido (do transplante até a colheita final) por parcela experimental, pelo número de plantas da parcela (18), obtendo-se assim o consumo total em litros por planta. Foi determinado também o consumo hídrico diário em cada substrato durante o período que correspondia a cada fase fenológica da cultura. Para a análise do consumo hídrico, foi realizada uma análise bifatorial separadamente para cada época de poda, sendo o primeiro fator o substrato (com quatro níveis) e o segundo fator a fase fenológica (com quatro níveis).

A EUA (eficiência no uso da água) foi determinada pelas relações entre a produção de massa fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea das plantas e o volume de água consumido por planta. Para a determinação da MF e MS da cultura, foram empregadas quatro plantas por subparcela.

Os dados foram submetidos à análise de variância com 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A soma térmica acumulada (STa) nas diferentes fases de desenvolvimento das plantas de gipsofila submetidas a duas épocas de poda está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Fases fenológicas e soma térmica acumulada (STa) de *Gypsophila paniculata* submetida a duas épocas de poda apical e cultivada em substratos à base de casca de arroz em sistema de cultivo de canais com recirculação da solução nutritiva.

Fase fenológica	Épocas de poda apical			
	Poda Precoce		Poda Tardia	
	Período	STa (C°dia)	Período	STa (C°dia)
I - Estágio vegetativo	07/10/2015	145,1	07/10/2015	339,9
	28/10/2015		18/11/2015	
II - Indução ao florescimento	29/10/2015	335,2	19/11/2015	99,8
	03/12/2015		29/11/2015	
III - Elongação e iniciação floral	04/12/2015	340,9	30/11/2015	269,5
	30/12/2015		22/12/2015	
IV - Florescimento	31/12/2015	189,5	23/12/2015	180,4
	13/01/2016		04/01/2016	
Ciclo total		1010,7		889,6

A poda precoce e tardia apresentaram soma térmica acumulada (STa) total de 1010,7 e 889,6°C dia, respectivamente, acumulados durante o período compreendido entre o transplante até a colheita final. No estágio vegetativo (I), que compreendeu o período do transplante até a indução ao florescimento foram acumulados 145,1°C dia para as plantas da poda precoce (07/10/2015 – 28/10/2015) e 339,6°C dia para a poda tardia (07/10/2015 – 18/11/2015). Na fase de Indução ao florescimento (II), período compreendido após a poda apical até o alongamento das hastes, foi observada a maior diferença entre as épocas de poda, sendo que a poda precoce necessitou 235,4°C dia a mais do que a tardia para o cumprimento desta fase, o que indica ser esta mais adequada do que a primeira. Nas fases correspondentes à alongação e iniciação floral (III) e florescimento (IV), observou-se que a poda precoce continuou acumulando mais graus dia (71,4 e 9,1°C) para completar o ciclo. Dentre as fases fenológicas estudadas, a maior STa para a poda precoce ocorreu na fase (III) 340,9°C dia e para a poda tardia na fase (I) 339,9°C dia. O ciclo desde o transplante até a colheita final contabilizou um período de 96 dias para a poda precoce (1010,7°C) e 88 dias para a tardia

(889,6°C), indicando que o acúmulo de mais graus dia está relacionado à duração do ciclo da cultura. Assim, a poda precoce necessitou 121,1°C dia a mais que a tardia para completar o ciclo. Diante disso, pode-se inferir que a poda tardia é mais indicada para a produção de gipsofila, visto que esta antecipou o ciclo da cultura.

Para as variáveis consumo hídrico acumulado e diário, houve interação significativa entre os fatores substrato e fase fenológica para o consumo hídrico acumulado (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo hídrico acumulado e diário (litros planta<sup>-1</sup>), nas diferentes fases fenológicas de gipsofila cultivada em diferentes substratos à base de casca de arroz em sistema de cultivo em canais, com recirculação da solução nutritiva.

Substratos	Consumo hídrico acumulado (litros planta <sup>-1</sup> ciclo <sup>-1</sup> )				Total
	Fases fenológicas				
	I	II	III	IV	
Casca de arroz carbonizada	0,28 aD	1,38 aC	3,83 aA	1,99 aB	7,47
Casca de arroz in natura	0,31 aD	1,19 aC	3,33 bA	1,69 aB	6,52
Casca de arroz carbonizada + S10	0,32 aD	1,51 aC	3,63 aA	2,06 aB	7,52
Casca de arroz in natura + S10	0,29 aD	1,42 aC	3,05 bA	1,95 aB	6,71
Média	0,30 D	1,37 C	3,46 A	1,92 B	7,05

Substratos	Consumo hídrico diário (litros planta <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )				Total
	Fases fenológicas				
	I	II	III	IV	
Casca de arroz carbonizada	0,012 aD	0,046 aC	0,174 aA	0,099 aB	0,320
Casca de arroz in natura	0,013 aD	0,040 bD	0,151 aA	0,085 aB	0,289
Casca de arroz carbonizada + S10	0,013 aD	0,050 aC	0,165 aA	0,103 aB	0,330
Casca de arroz in natura + S10	0,012 aD	0,047 aC	0,154 aA	0,097 aB	0,299
Média	0,0125	0,045	0,161	0,099	0,309

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O maior consumo acumulado ocorreu na fase de alongação e iniciação floral (III) seguido pela fase de florescimento (IV) e da indução ao florescimento (II) e, por último, para o estágio vegetativo (I), (Tabela 3). Os volumes de água consumidos na fase III foram

superiores nos substratos CAC e CAC+S10 (3,82 e 3,63 L.planta<sup>-1</sup>) em relação à CAIN e CAIN+S10 (3,33 e 3,05 L.planta<sup>-1</sup>), respectivamente (Tabela 3). Desta forma, as plantas cultivadas em CAC e CAC+S10 consumiram um maior volume de água nesta fase, representando cerca de 51% do total consumido ao longo de todo o ciclo de cultivo, enquanto que para CAIN e CAIN+S10, os volumes representam 48% e 45%.

O maior consumo hídrico acumulado na fase III deve-se ao período de maior crescimento das plantas, em função do aumento do número de ramificações e da área foliar, o que levou, conseqüentemente, a um incremento da capacidade fotossintética e da transpiração das plantas. Assim, houve um aumento na demanda de água pelas plantas, elevando o volume consumido. Resultados similares foram encontrados por Schwab (2013), que verificou aumento do consumo hídrico da cravina com o incremento do desenvolvimento vegetativo, proporcionado pela maior área foliar, o que refletiu no aumento da intensidade do processo transpiratório da planta. De forma semelhante, isso ocorre para culturas como hortaliças de ciclo curto, como a minimelancia, cultivada em hidroponia, para a qual se observou maior consumo hídrico na fase (III), de plena frutificação (Marques et al., 2014), correspondendo à fase que as plantas demandam mais água para a formação e crescimento dos frutos e coincide com o período de maior área foliar.

O consumo hídrico acumulado variou significativamente nas diferentes fases (Tabela 3). Entretanto, apresentou um comportamento crescente desde o transplante até a alongação e iniciação floral para esta variável, com redução do consumo no período de florescimento. A redução do consumo na fase de florescimento, provavelmente, está associada à colheita das hastes, sendo que com a retirada das mesmas, o consumo de água pelas plantas foi reduzindo.

Em contrapartida, a fase (I) foi a de menor demanda hídrica da gipsofila, uma vez que a planta estava no início da sua formação com menor crescimento, inferior área foliar e poucas brotações. Assim, fica evidenciado que o consumo hídrico variou fortemente com a fase de

desenvolvimento das plantas.

Analisando o consumo hídrico diário (Tabela 3), verificou-se diferenças significativas entre os substratos apenas na fase II, quando as plantas cultivadas na CAIN apresentaram menor consumo de água ( $0,040$  litros planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) em relação às plantas dos demais substratos. Este comportamento pode estar associado a sua baixa capacidade de retenção de água, uma vez que as partículas que compõem este substrato tem tamanho uniforme e são grandes, proporcionando uma elevada porosidade total com concentração em porosidade de aeração, dificultando a absorção e disponibilidade de água. Para os outros substratos, não foi observado diferenças no consumo de água nesta e nas outras fases.

Com relação às diferentes fases fenológicas, foi observado maior consumo diário na fase III, cujo consumo médio foi de  $0,161$  litros planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Estes dados estão de acordo com os resultados obtidos para a o consumo hídrico acumulado, que apresentou o mesmo comportamento. Assim, os resultados obtidos confirmam as constatações de outros autores (Parizi, et al., 2010; Pereira, et al., 2009; Schwab, et al., 2013), que revelam existir relação entre a maior demanda hídrica e o período de maior crescimento das plantas.

O consumo médio diário total foi de  $0,309$  litros planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para esta variável, não ocorrendo diferença significativa entre os substratos. Souza et al. (2010), avaliando o consumo hídrico e desempenho de *Kalanchoe*, observaram maior consumo hídrico médio diário no substrato casca de arroz carbonizada pura, e o menor consumo para a casca de arroz carbonizada + matéria orgânica. Neste experimento, a adição do composto S10 não alterou o consumo médio diário das plantas uma vez que, os volumes consumidos entre os diferentes substratos foram semelhantes.

A partir da análise de regressão polinomial dos dados de consumo hídrico acumulado no decorrer do ciclo da cultura de gipsofila (Figura 1), observa-se que os substratos seguiram um modelo semelhante de evolução, com tendência exponencial.

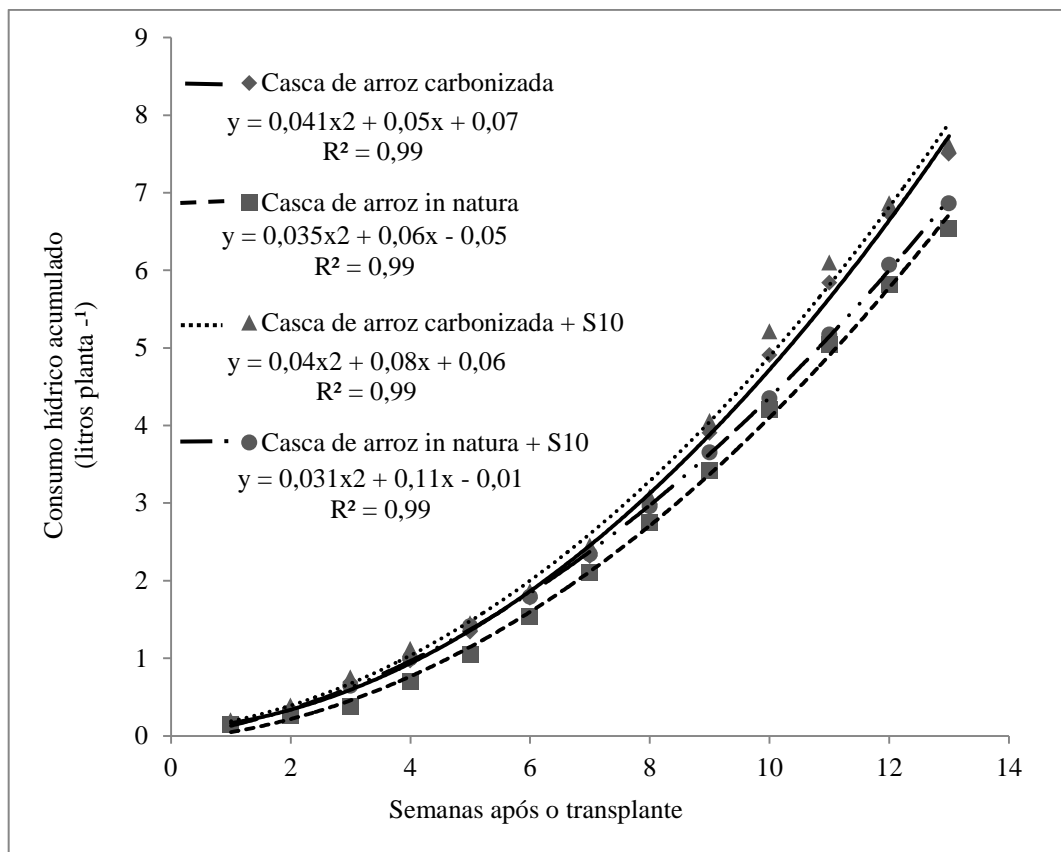


Figura 1. Consumo hídrico acumulado em função do número de semanas após o transplante de gipsofila cultivada em diferentes substratos à base de casca de arroz em sistema de cultivo em canais, com recirculação da solução nutritiva.

Inicialmente, nas fases de estagio vegetativo e de indução ao florescimento (até aproximadamente 6 semanas após o transplante), o incremento do consumo hídrico foi baixo. À medida que a planta expandiu a área foliar e emitiu ramificações, na fase de alongação e iniciação floral, houve um aumento do consumo hídrico com tendência linear (entre 7 até 13 semanas), havendo maior demanda de água para que sejam cumpridas suas funções metabólicas e para o crescimento das hastes e florescimento.

Com relação à eficiência no uso da água (EUA), verificou-se efeito do substrato apenas para a MF (Tabela 4).

Tabela 4 - Eficiência no uso da água para a produção de massa fresca (MF) e seca (MS) de plantas de gipsofila em diferentes substratos à base de casca de arroz em sistema de cultivo de canais com recirculação da solução nutritiva.

Eficiência no uso da água		
Substratos	MF (g L <sup>-1</sup> )	MS (g L <sup>-1</sup> )
Casca de arroz carbonizada	59,7 bc	8,58 a
Casca de arroz in natura	51,3 c	8,15 a
Casca de arroz carbonizada + S10	73,5 a	10,89 a
Casca de arroz in natura + S10	64,1 ab	9,85 a
Cv %	11,6	19,01

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As plantas cultivadas nos substratos CAC+S10 e CAIN+S10 foram mais eficientes na produção de MF para cada litro de água consumida em relação aos materiais puros, produzindo 73,5 e 64,1 g L<sup>-1</sup>, respectivamente. Estes resultados podem ser atribuídos à adição de S10 que contribuiu para o aumento da capacidade de retenção de água dos substratos e propiciou maior produção de MF. O aumento da capacidade de retenção foi em função do rearranjo e da acomodação das partículas dos substratos ao longo do ciclo, o que pode ter contribuído para a maior produção de MF, especialmente em CAIN+S10. Na CAC, o próprio processo de carbonização provoca a quebra de parte das cascas, gerando uma variação maior na distribuição do tamanho de partículas, com um percentual que se assemelha ao tamanho daquelas do S10. Assim, a adição do condicionador S10 melhorou as características físicas deste material ao longo do ciclo e permitiu uma melhor eficiência no uso da água.

Quanto a EUA para a produção de MS, não houve efeito do substrato para esta variável (Tabela 4), indicando pouca variação na eficiência do uso de água pelos diferentes materiais. Assim, verificou-se que a gipsofila produziu em média 9,36 g de MS para cada litro de água

consumido. Estes resultados podem ser atribuídos, principalmente, ao reaproveitamento do lixiviado e pela frequência equilibrada das irrigações durante o ciclo de cultivo das plantas.

A alta frequência da solução nutritiva melhorou o crescimento, e sua reutilização permitiu maior eficiência no uso da água pelas plantas.

De Souza et al. (2000) constatou que a eficiência no uso da água pelo meloeiro foi maior quando as irrigações foram realizadas com maior frequência. Porém, à medida que se aumentou a lâmina de água utilizada na irrigação diminuiu a eficiência no uso da água (REGO et al., 2009; LOPES et al., 2011; SOARES et al., 2015). Assim, os valores obtidos nesta pesquisa apresentaram pouca variação, indicando que a utilização da água pelas plantas em seu metabolismo e a evaporação pela superfície do substrato foram pouco afetados pelo material que o compôs.

Nas condições em que o experimento foi realizado, foi possível observar que o cultivo de gipsofila em substrato pode ser uma alternativa importante do ponto de vista prático e do uso racional de água, permitindo a produção de maneira eficaz.

## CONCLUSÕES

A poda tardia antecipa o ciclo de desenvolvimento fenológico da gipsofila. O período de maior acúmulo de graus dia para a poda precoce é na fase fenológica III (elongação e iniciação floral) e, para a tardia, na fase I (vegetativa). A fase fenológica III é a que demanda maior quantidade de água para o desenvolvimento da gipsofila. Os substratos CAC+S10 e CAIN+S10 aumentam a eficiência no uso da água para a produção de massa fresca da planta em relação aos materiais puros. Os substratos não afetam a eficiência no uso da água para a produção de massa seca das plantas. Considerando as características avaliadas, pode-se inferir que a poda tardia é mais adequada para o cultivo de gipsofila em substratos a base de casca de arroz.



## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. F. A. et al. Different substrates and environments for mini-ixora (*Ixora coccinea* 'Compacta') rooting. **Ciência e Agrotecnologia**. 32(5):1449-1453, 2008.
- ARNOLD, C.Y. Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. **Proceedings of the American Society for Horticultural Sciences**. 76: 682- 692, 1960.
- DANZIGER Dan” **Flower Farm Gypsophila: cultivavion practices in Israel**. Beit Dagan: Danziger “Dan” Flower Farm, 1995 - 45p.
- DE SOUSA, V. F. et al. Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 4(2):183-188, 2000.
- GASPARI, L. C.; KHATOUNIAN, C. A. Características das Famílias, Estruturação da Produção e Estratégias de Comercialização em um Assentamento de Reforma Agrária. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 54, n. 2, p. 243-260, 2016.
- GIMÉNEZ, G.; ANDRIOLO, J.; GODOI, R.. Strawberry soilless cultivation. **Ciência Rural**, v. 38, n.1, p.273-279, 2008.
- GIRARDI, L. B. et al. Disponibilidade hídrica e seus efeitos sobre o desenvolvimento radicular e a produção de gipsófila envasada em ambiente protegido. **Irriga**. (4):501 - 509, 2012.
- LOPES, O. D. et al. Determination of crop coefficient (Kc) and water use efficiency for irrigated rosemary peppermint. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 15(6):548-553, 2011.
- MARQUES, G. N.et al. Fenologia, consumo hídrico, rendimento e qualidade de minimelancia em hidroponia. **Revista de la Facultad de Agronomía**. 113(1):57-65, 2014.
- PARIZI, A. R. et al. Níveis de irrigação na cultura do Kalanchoe cultivado em ambiente protegido. **Revista Ciência Rural**. 40(4):854-861, 2010.
- PEIL, R. M. N.; De Albuquerque Neto, A. A. R. Densidade de plantio e genótipos de tomateiro cereja cultivados em casca de arroz com solução recirculante. 2014. **Horticultura Brasileira**, 32: 234-240.
- PEITER, M. X. at al. Consumo de água e produção da flor da fortuna (*Kalanchoe blossfeldiana* Poelln.) cv. Gold Jewel sob diferentes lâminas de manejo de irrigação. **Revista Irriga**, Botucatu, v.12, n.1, p.83-91, 2007.
- PETRY, C. Plantas Ornamentais. Aspectos para a produção. 2ª edição. **Produção de gypsophila**. Editora Universidade de Passo Fundo - Passo fundo, 2008. 201p.
- REGO, J. L. et al. Chrysanthemum yield as affected by various irrigation depths. **Horticultura Brasileira**. 27(1):45-48, 2009.
- SAIDELLES, F. L. F. et al. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira Carbonized rice hull as substratum to produce

tamboril-da-mata and garapeira seedlings. **Semina: Ciências Agrárias**. 30(1): 1173-1186, 2009.

SCHWAB, N. T. et al. Consumo hídrico de cravina submetida a diferentes estratégias de irrigação e tamanhos de vasos. **Irriga**. 18(2):328-336, 2013.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. **Flores e plantas ornamentais do brasil**. 2015, Vol.2 2015. Disponível em <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/arquivos\\_chronus/bds/bds.nsf/7ed114f4eace9ea970dadf63bc8baa29/\\$File/5518.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/arquivos_chronus/bds/bds.nsf/7ed114f4eace9ea970dadf63bc8baa29/$File/5518.pdf)> Acesso em: 27 de jan. 2017.

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

SONNEVELD, C.; STRAVER, N. **Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates**. Tenth ed. Proefstation voor Tuinbouw on der Glas Te Naaldwijk, The Netherlands, Series: Voeding oplossingen Glastuinbouw. 1994. 45 p.

SOUZA, A. R. C. et al. Consumo hídrico e desempenho de Kalanchoe cultivado em substratos alternativos. **Ciência Rural**. 40(3):534-540, 2010.

SOUZA, A. P. de et al. Evapotranspiration, crop coefficients and water use efficiency of the bell pepper crop in different cropping systems. **Acta Scientiarum. Agronomy**. 33(1): 15-22, 2011.

**ARTIGO 3**

**Produção de lisiantos empregando substratos à base de casca de arroz em canais de cultivo com recirculação da solução nutritiva**

(A ser submetido à revista Idesia)

## **Produção de lisiantos empregando substratos à base de casca de arroz em canais de cultivo com recirculação da solução nutritiva**

*Daniela Höhn<sup>1\*</sup>, Roberta Marins Nogueira Peil<sup>2</sup>, Lais Perin<sup>1</sup>, Paulo Roberto Grolli<sup>2</sup>  
Albertina Weith<sup>1</sup>, Douglas Schultz da Rosa<sup>1</sup>, Thiago da Luz<sup>1</sup>,*

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas, UFPEL, Pelotas, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Pelotas, UFPEL, Pelotas, RS, Brasil.

\* Corresponding Autor: dani.hohn.sc@gmail.com

### **RESUMO**

A produção de Lisiantos de corte em canais preenchidos com substrato e recirculação da solução nutritiva pode ser uma alternativa de baixo custo para a redução de problemas com patógenos de solo e melhoria da qualidade das hastes colhidas, com baixo impacto ambiental. Nesse sentido, é importante conhecer os efeitos do substrato de cultivo sobre as respostas da cultura, cujas informações sobre crescimento existentes na literatura são incipientes. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento e a qualidade das plantas de lisiantos em substratos à base de casca de arroz. As variáveis avaliadas foram a produção e partição de massa seca (MS), a área foliar e a relação MS de parte aérea/ MS de raízes, bem como parâmetros de qualidade das hastes (altura, diâmetro e número de flores e botões florais). Os substratos utilizados foram: casca de arroz carbonizada (CAC); casca de arroz “in natura” (CAIN); CAC (70%) + substrato comercial orgânico S10 (Beifort<sup>®</sup>) (30%) e CAIN (70%) + S10 (Beifort<sup>®</sup>) (30%). O uso de CAIN como material isolado para substrato prejudicou o crescimento das plantas e impediu o florescimento, modificando as relações de partição de massa seca entre os órgãos das plantas. Os substratos CAIN + S10 e CAC podem ser utilizados para a produção de lisiantos para flor de corte em sistema de cultivo em canais com

recirculação da solução nutritiva, uma vez que ambos proporcionaram hastes com elevado padrão de qualidade, com destaque para o primeiro, que promoveu um maior crescimento das plantas. Os resultados são decorrentes da melhoria das qualidades físicas e químicas do substrato CAIN+S10, em virtude da presença do composto orgânico que aumentou a capacidade de retenção de água e da CAIN que garantiu uma alta porosidade à mistura ao longo do cultivo.

**Palavras-chave:** *Eustoma grandiflorum* cultivo sem solo, hastes florais, produção e partição de massa seca, qualidade.

#### **ABSTRACT:**

The cut Lisianthus production in growing troughs filled with substrate and nutrient solution recirculating system can represent a low cost alternative for reducing soil pathogens problems and improving flower stems quality with low environmental impact. In this sense, it is important to know the effects of the growing substrate on the crop responses, for which information on the growth are very scarce. In this way, the goal of the work was to evaluate the growth and quality of lisianthus plants in different based on rice husk substrates. Dry mass (DM) production and partitioning, leaf area and shoot DM/root DM ratio, besides the flower stems parameters of quality (height, diameter, number of flowers and buds) were evaluated. The substrates used were: carbonized rice husk (CRH); raw rice husk (RRH); CRH (70%) + organic commercial substrate S10 (Beifort<sup>®</sup>) (30%) and RRH (70%) + S10 (Beifort<sup>®</sup>) (30%). According to the results it was verified that the RRH substrate at 100% reduces plant growth and prevented flowers development, which modified the relationships of dry mass partitioning among plant organs.. The substrates RRH + S10 and CRH can be used for the cut Lisianthus production in growing troughs system with nutrient solution recirculation, once both provided high quality flower stems, with emphasis on the first, which

promoted a greater plant growth. These results are ascribed to the improvement of the physical and chemical qualities of the CAIN + S10 substrate, due to the presence of the organic compound that benefited the water holding capacity and the CAIN that guaranteed a high porosity of the mixture throughout the crop cycle.

**Key words:** *Eustoma grandiflorum*, soilless cultivation, flower stems, dry mass production and partitioning, marketable quality

## INTRODUÇÃO

Normalmente, o cultivo de lisiantos (*Eustoma grandiflorum* Shinn.) como flor cortada é feito de forma convencional, no solo. Porém, a produção comercial de lisiantos tem sido limitada por viroses e patógenos, como *Fusarium solani*, que ataca o sistema radicular e causa a podridão da haste e raízes, o que resulta no murchamento e secamento da planta (Backes *et al.*, 2007). As doenças tornam-se fatores limitantes para a cultura, levando à busca por novas técnicas de produção, como o cultivo em substrato que além de reduzir a ocorrência de pragas e doenças, permite o cultivo em bancadas elevadas do solo.

No Brasil, o cultivo é pouco explorado, a maioria dos produtores que usa este sistema geralmente o faz através do cultivo em vasos com drenagem livre. No entanto, os custos com vasos são altos, uma vez que muitos deles não podem ser reutilizados de um ciclo para outro, promovendo maior produção de resíduos e conseqüentemente maior impacto ambiental. Além disso, as perdas de água e fertilizantes são elevadas e podem causar problemas de contaminação ambiental. Como alternativa alguns produtores de hortaliças de fruto estão usando sistema de cultivo em que o substrato é colocado diretamente em canais, eliminando os custos com vasos (Giménez *et al.*, 2008). No entanto, para o cultivo de flores de corte, o sistema de cultivo em canais com recirculação de solução nutritiva (sistema fechado) ainda não foi estudado.

Para a viabilidade econômica do sistema de produção de flores no sistema de cultivo em canais, é importante o uso de substratos de baixo custo. A casca de arroz carbonizada apresenta grande potencial para uso como substrato, dadas as suas propriedades físicas (Medeiros *et al.*, 2008). Possui alta capacidade de retenção de água, drenagem rápida e eficiente, proporcionando boa oxigenação para as raízes (CALDEIRA *et al.* 2013). Outro benefício deste material é a ausência de propágulos de plantas, nematoides e patógenos espontâneos, devido ao processo de carbonização. No entanto, o processo de carbonização da casca de arroz é trabalhoso, pode causar poluição do ar e é de baixo rendimento, uma vez que reduz em 50% o volume da casca.

Neste sentido, a casca de arroz *in natura* pode ser um material alternativo à casca arroz carbonizada, como observado anteriormente para hortaliças de fruto em sistemas fechados de cultivo (Duarte *et al.*, 2008; Strassburger *et al.* 2011; Peil *et al.*, 2014). Na região sul do Brasil, este é um material com grande disponibilidade e baixo custo. Porém, a sua baixa capacidade de retenção de água pode trazer problemas para o cultivo, indicando a necessidade de se adicionar um material condicionador ao substrato.

Adicionalmente, informações sobre o crescimento (produção e partição de massa seca) de plantas de Lisiantos são incipientes. O crescimento é influenciado por vários fatores, genéticos e ambientais. Nesse sentido, é importante conhecer os efeitos do meio de cultivo sobre as respostas específicas da variedade em questão.

Com o intuito de estudar o cultivo de lisiantos em sistema de canais com recirculação da solução nutritiva, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a qualidade das plantas em diferentes substratos à base de casca de arroz.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em estufa no Campus da UFPel, no Município de Capão do Leão, Rio Grande do Sul (31°52'S, 52°21'W e altitude de 13 m). O clima dessa região é caracterizado por ser temperado, com verão quente, considerado Cfa pela classificação de Köppen (Kuinchtner; Buriol, 2001). O manejo do ambiente da estufa foi realizado apenas por ventilação natural, pela abertura diária das portas e cortinas laterais.

Utilizaram-se quatro substratos: casca de arroz carbonizada (CAC); casca de arroz in natura (CAIN); CAC (70%) + substrato comercial orgânico S10 (Beifort<sup>®</sup>) (30%) e CAIN (70%) + substrato comercial orgânico S10 (Beifort<sup>®</sup>) (30%). A proporção do composto orgânico utilizado na mistura foi definida em função de que a cultura do lisiantos se adapta a solos argilosos e ligeiramente alcalinos. Porém, esta foi limitada em 30%, de modo a que não houvesse dificuldades para a drenagem do substrato.

As características físicas e químicas dos substratos empregados foram determinadas em laboratório (Tabela 1).

A variedade White Excalibur foi adquirida do Viveiro Isabel Yamagushi em Atibaia, São Paulo. O transplante foi realizado quando as mudas apresentavam de três a quatro pares de folhas, sendo colocadas no sistema de cultivo em nove de outubro de 2015.

O sistema de cultivo foi composto por quatro canais de madeira (4,5 m de comprimento, 0,30 m de largura e 0,20 m de altura) revestidos internamente por filme plástico (200µm). Cada canal foi dividido em seis parcelas, com duas linhas de plantas, com espaçamento de 0,15 m entre plantas na linha, totalizando dez plantas por parcela e sessenta plantas por canal. Os canais foram apoiados em cavaletes de madeira com altura máxima de 0,8 m, instalados de forma a proporcionar uma declividade de 4% para o fluxo da solução nutritiva para o reservatório. Para cada canal, foi utilizado um reservatório de fibra de vidro com capacidade de 100 L, que se encontrava na cota mais baixa dos canais. Cada reservatório recebeu uma



bomba de máquina de lavar (1000watts), que impulsionava a solução nutritiva através de um tubo de PVC de 20 mm para o ponto de cota mais alta dos canais. A partir daí, a solução nutritiva foi fornecida através de mangueiras de polietileno e gotejadores direcionados para a base das plantas, cuja vazão média dos gotejadores era de  $1,35 \text{ L h}^{-1}$ .

A solução nutritiva foi adaptada a partir da solução indicada para a cultura do crisântemo por Barbosa *et al.* (2000), cuja composição de macronutrientes foi (em  $\text{mmol L}^{-1}$ ):  $11,5 \text{ NO}_3^-$ ,  $1,95 \text{ H}_2\text{PO}_4^-$ ;  $0,5 \text{ SO}_4^{2-}$ ;  $2,88 \text{ NH}_4^+$ ,  $6,6 \text{ K}^+$ ;  $3,0 \text{ Ca}^{2+}$ ;  $2,0 \text{ de Mg}^{2+}$ ; e de micronutrientes (em  $\text{mg L}^{-1}$ ):  $25,4 \text{ de Fe}$ ;  $1,5 \text{ de Mn}$ ;  $0,40 \text{ de Zn}$ ;  $1,85 \text{ de B}$ ;  $0,12 \text{ de Cu}$  e  $0,12 \text{ de Mo}$ .

A condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva foi ajustada para  $1,5 \text{ dS m}^{-1}$  e o pH para a faixa de 6,0 a 6,5. O monitoramento dos valores da CE e do pH era realizado por meio de condutímetro e pHmetro digitais manuais. As correções foram realizadas quando a CE sofria variações acima ou abaixo de 20% do valor indicado. O valor de pH foi corrigido, quando necessário, com ácidos ou bases.

O ponto de colheita foi definido quando as hastes apresentavam duas flores completamente abertas. O comprimento das hastes foi medido com uma régua graduada desde o ponto de corte até a parte superior da flor mais alta. O diâmetro do caule foi medido na sua terça parte inferior com um paquímetro manual, que também foi utilizado para medir o diâmetro das flores (distância entre as bordas das pétalas em lados opostos). As flores abertas e os botões florais com potencial ornamental (potencial para a abertura da flor) foram contabilizados.

Para as avaliações de massa seca (MS), as amostras foram fracionadas em raiz, caule, folhas e flores (quando presentes). A área foliar foi determinada utilizando um equipamento de medidor de área foliar (LI-COR, modelo 3100). Todas as frações das plantas foram secas em estufa a  $65^\circ\text{C}$  até o peso constante e depois pesadas em balança de precisão. Assim, foi

determinada a produção MS das plantas. A partição de MS (em porcentagem) e a relação parte aérea/raiz ( $\text{g g}^{-1}$ ) foram calculadas a partir dos dados de produção de MS.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com quatro tratamentos (substratos) e seis repetições compostas de 10 plantas. Três plantas controle foram colhidas em oito de janeiro de 2016 para as avaliações. As plantas das bordaduras foram desconsideradas. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com probabilidade de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação às variáveis de crescimento das plantas, verificou-se que a maior produção de MS de todos os órgãos deu-se nas plantas cultivadas no substrato CAIN+S10, seguido de CAC, CAC+S10 e, por último, CAIN (Tabela 2). A produção de MS acumulada nas plantas cultivadas em CAIN+S10 seguiu a seguinte ordem: caule ( $5,23 \text{ g planta}^{-1}$ ), folhas ( $3,0 \text{ g planta}^{-1}$ ), flores ( $2,11 \text{ g planta}^{-1}$ ) e raízes ( $0,73 \text{ g planta}^{-1}$ ), somando  $21,46 \text{ g planta}^{-1}$  (Tabela 2). Esta mesma ordem foi observada nos tratamentos CAC e CAC+S10. De maneira semelhante, Hernandez (2011), ao avaliar a resposta de lisiantos cv. Echo Blue a diferentes doses de cálcio constatou que para todos os tratamentos analisados o órgão que apresentou o maior acúmulo de massa seca foi o caule, seguido das folhas. Porém neste experimento, CAIN apresentou as menores médias de MS para todos os órgãos da planta, a produção de MS das folhas ( $0,77 \text{ g planta}^{-1}$ ) superou a do caule ( $0,55 \text{ g planta}^{-1}$ ), seguindo-se a das raízes ( $0,11 \text{ g planta}^{-1}$ ). As plantas cultivadas em CAIN não apresentaram flores, evidenciando que, neste substrato, o desenvolvimento não ocorreu de forma adequada, o que foi causado pela baixa produção total de fitomassa (somente  $2,75 \text{ g planta}^{-1}$ ) e ausência de hastes.

Quanto à área foliar, as plantas cultivadas em CAIN + S10 apresentaram a maior média ( $719,53 \text{ cm}^2$ ), seguidas das plantas da CAC ( $620,7 \text{ cm}^2$ ) (tabela 2). Os demais substratos

apresentaram plantas com área foliar bem inferior, diferindo significativamente entre eles. Hernandez (2011), avaliando a resposta de lisiantos cv. Echo Blue a diferentes doses de cálcio encontrou hastes cuja área foliar variou de 555,8 cm<sup>2</sup> a 1112,8 cm. As médias encontradas para CAIN + S10 e CAC neste experimento estão próximo dos valores citados.

Seguindo os resultados de produção de MS, os dados de partição proporcional de MS entre os diferentes órgãos das plantas (tabela 3), também mostram que houve tendência de distribuição semelhante para os tratamentos CAIN+S10, CAC+S10 e CAC. Para estes três substratos, verificou-se que não houve diferenças em relação à partição de MS para os órgãos da planta. O caule representou a maior proporção da MS produzida pela planta, seguido das folhas, flores e raízes. Na média dos três substratos, o caule representou 48,5%, as folhas 26,0%, as flores 18,4% e as raízes 7,0%.

Apenas o substrato CAIN apresentou uma distribuição de MS diferente dos demais tratamentos, pois a maior partição de MS foi para as folhas (55,2%), depois para o caule (36,7%) e, por fim, para as raízes (8,1%) (Tabela 3). Esta modificação nas relações de partição de MS pode ser atribuída à ausência de flores nas plantas cultivadas neste substrato. A partição de MS para as raízes não diferiu entre todos os substratos, representando, na média, 7,3% da MS da planta. Apesar das diferentes produções de MS observadas, a relação entre a produção de MS da parte aérea e das raízes não foi afetada pelo substrato. Na média, esta relação foi de 13,27 g g<sup>-1</sup>. Esta relação indica a atividade do sistema radicular no sentido de prover a parte aérea de água e nutrientes minerais, de maneira a suportar o crescimento de forma adequada.

Em relação às variáveis de qualidade das plantas (Tabela 4), foi observado que os substratos CAIN + S10 e CAC proporcionaram as hastes mais longas, 65,1 e 61,8 cm respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si. O substrato CAC + S10 propiciou hastes com comprimento de 46,6 cm e CAIN apresentou hastes muito curtas, inadequadas

para comercialização, com apenas 16,5 cm de altura, diferindo significativamente dos tratamentos anteriores. Para o comprimento de hastes, os três primeiros substratos proporcionaram valores adequados de comercialização que, segundo o IBRAFLOR (2016), está entre 40 e 70 cm. Porém, os substratos CAIN + S10 e CAC se salientam nesta característica, pois hastes com comprimento acima de 60 cm possuem maior valor comercial, uma vez que os consumidores tem preferência por hastes mais longas, variando de 50 a 70 cm em média.

De La Riva-Morales *et al.* (2013), avaliando diferentes cultivares de lisiantos produzidas no verão-outono, em cultivo com substrato de perlita, encontraram hastes da variedade ‘Mariachi Blue Picotee’ com media de 68,6 cm, enquanto as de ‘Mariachi Blue’ mostraram menor altura, com 58,7 cm, e as cultivares ‘Mariachi Green’ e ‘Mariachi Pink’ obtiveram valores intermédios. Para a variedade Echo, Camargo *et al.* (2004), em cultivo de verão diretamente no solo, obtiveram hastes que alcançaram os 90,5 cm de comprimento. Backes *et al.* (2008), avaliando lisiantos para corte sob diferentes tipos de poda, obtiveram hastes com comprimento de 56,6 cm, 55,1 cm, 57,3 cm e 52,2 cm para as cultivares Echo champanhe, Mariachi Pure White, Echo Pink, Avila Blue Rim, respectivamente. Neste experimento, as hastes produzidas nos substratos CAIN + S10 e CAC apresentaram comprimento de (65,1 e 61,8 cm) respectivamente, sendo semelhantes aos encontrados por De La Riva-Morales *et al.* (2013), porém menor que os avaliados por Camargo *et al.* (2004), e maiores que os encontradas por (Backes *et al.*, 2008). Estes resultados possivelmente estão associados às diferentes variedades e condições de cultivo utilizadas. Desta forma, observa-se que o meio de cultivo é um dos fatores que pode ter efeito significativo sobre o desenvolvimento das plantas, de uma mesma espécie, ou até mesmo sobre variedades diferentes de mesma espécie.

Aliado à altura das hastes, o diâmetro é um parâmetro importante para a sustentação das mesmas. Neste estudo, os tratamentos CAIN + S10 e CAC apresentaram maior diâmetro, 6,4 e 6,1 mm (Tabela 4), seguidos do substrato CAC + S10 que teve diâmetro médio de 5,4 mm. Segundo o IBRAFLOR (2016), o diâmetro mínimo das hastes de lisiantos deve ser de 4 mm para assegurar a sustentação adequada às flores, alcançando assim padrões adequados de comercialização. Assim, os três valores são considerados adequados para comercialização das hastes, porém, com destaque para os substratos CAIN + S10 e CAC. Alves (2012) encontrou diâmetro de hastes das variedades ABC e Bolero de 6,7 e 6,1 mm, os quais foram superiores aos observados nas variedades Borealis e Echo, de 5,5 e 5,2 mm. Os valores encontrados neste experimento para os três substratos mencionados são semelhantes aos citados pelo autor, embora a variedade tenha sido diferente daquelas estudadas por ele. Por outro lado, o cultivo no substrato CAIN resultou em hastes inadequadas, cuja espessura média foi de 2,8 mm, muito inferior ao padrão mínimo exigido para comercialização.

Quanto às variáveis número de flores abertas no momento da colheita, diâmetro de flor e número de botões florais com potencial ornamental (Tabela 4), os tratamentos CAIN + S10 e CAC apresentaram as maiores médias, respectivamente: 3,8 e 3,0 flores abertas, 6,6 e 6,2 mm de diâmetro da flor, 5,1 e 4,1 botões por haste, não diferindo significativamente entre si. O substrato CAC + S10 apresentou médias inferiores, cerca de 2,5 flores abertas por haste, 5,9 mm de diâmetro e 3,6 botões com potencial ornamental. Com relação ao número de flores abertas no período de colheita do lisiantos, recomenda-se colher hastes que apresentem de dois a três botões iniciando a abertura floral. Segundo (IBRAFLOR, 2016) o maço de Lisiantos de Corte para ser comercializado deve conter 8 hastes com peso de 500 g, apresentar 16 flores abertas e com demais botões.

Diante dos resultados obtidos no presente experimento, verifica-se que o tipo de substrato teve efeito significativo sobre o crescimento e o desenvolvimento da parte aérea de

lisiantos, uma vez que CAIN + S10 e CAC proporcionaram o maior crescimento das plantas (Tabela 2) e hastes com padrão adequado para comercialização (Tabela 4).

Apesar dos quatro substratos terem apresentado valores diferentes de produção de MS de todos os órgãos aéreos das plantas (Tabela 2), as relações de partição da MS (Tabela 3) foram semelhantes para os três substratos em que ocorreu o desenvolvimento de flores (CAIN + S10, CAC e CAC + S10). Neste caso, o caule pode ser considerado o maior dreno de fotoassimilados das plantas. As relações de partição de MS somente foram alteradas nas plantas do substrato CAIN, que não produziram flores, sendo, neste substrato as folhas os maiores drenos de fotoassimilados. Assim, a ausência de crescimento generativo causou mudanças profundas no padrão de crescimento da cultura neste substrato.

O substrato CAIN não apresentou resultados de produção de MS e de qualidade compatíveis com o cultivo de lisiantos de corte, pois as plantas ao não crescerem de forma adequada, não se desenvolveram generativamente, o que resultou na ausência de flores (Tabelas 2 e 3). Ocorreu formação de baixa área foliar e produção de fotoassimilados nas plantas, o que, provavelmente, está associado à menor capacidade de retenção de água (Tabela 1) e à baixa adsorção de íons nutrientes da CAIN em uso isolado.

Por outro lado, foi possível observar que a mistura CAIN+S10 favoreceu o crescimento radicular, o que resultou em maior área foliar e produção de MS de todos os órgãos aéreos, incluindo as flores (Tabela 2). A área foliar está relacionada ao crescimento da planta, uma vez que as folhas são responsáveis pela interceptação da radiação solar e esta influencia a produção de massa seca e acúmulo de fotoassimilados, responsáveis pela produção líquida das plantas. Assim, a maior área foliar de CAIN + S10 contribuiu para o maior crescimento e acúmulo de fitomassa (Tabela 2), que por sua vez resultou em maior crescimento generativo e qualidade das hastes (Tabela 3). Possivelmente, estes resultados sejam em função da melhoria

das qualidades físicas e químicas do substrato CAIN+S10, em virtude da presença do composto orgânico em comparação ao substrato CAIN 100%.

A presença de S10 na mistura aumentou a água facilmente disponível e garantiu uma maior capacidade de retenção de água, uma maior reserva de nutrientes minerais para a planta, constatados pela elevação dos valores das duas primeiras características e pela maior CE do substrato ao final do cultivo (Tabela 1). Por outro lado, a CAIN na mistura, garante uma boa aeração do meio radicular. A adição de S10 na CAC elevou demasiadamente a retenção de água do substrato ao longo do cultivo (tabela 1), o que, possivelmente, prejudicou o crescimento e a qualidade das plantas.

Observou-se ainda, um aumento considerável da densidade úmida para todos os substratos após o cultivo em relação ao início (Tabela 1). Quanto a matéria seca do substrato, houve um aumento no valor apenas na CAIN e diminuiu em CAC, CAC+S10 e CAIN+S10. A densidade seca aumentou consideravelmente nos quatro substratos após o cultivo, o que ter ocorrido em função da acomodação dos materiais ao longo do período de cultivo.

A porosidade total não sofreu alterações significativas nos seus valores em todos os materiais testados. Em contrapartida o espaço de aeração dos materiais reduziu consideravelmente em CAC, CAC+S10 e CAIN+S10, levando os níveis de aeração à uma faixa considerada baixa para substratos hortícolas em cultivos em recipientes, enquanto que a CAIN não foi afetada neste parâmetro. Entretanto, isso não alterou a água facilmente disponível nos quatro substratos. Contudo, a capacidade de retenção de água dos substratos aumentou consideravelmente após o cultivo das plantas em CAIN+S10, CAC e CAC+S10, enquanto que CAIN não foi afetada (Tabela 1).

As alterações físicas verificadas nos substratos estão relacionadas ao rearranjo das partículas e pela decomposição do material ao longo do período de cultivo. No que se refere às características químicas analisadas no início e no final do experimento, a condutividade

elétrica aumentou consideravelmente nos quatro substratos, sendo mais expressiva nas misturas em relação aos materiais puros (Tabela 1). Possivelmente, a adição do S10 possibilitou uma liberação de íons na solução do substrato ao longo do cultivo, causando aumento na condutividade elétrica durante os ciclos produtivos em 0,20 dS m<sup>-1</sup> para CAC, 0,14 dS m<sup>-1</sup> para CAIN, 0,42 dS m<sup>-1</sup> em CAC+S10 e 0,33 dS m<sup>-1</sup> para CAIN+S10.

Referente aos valores de pH, ocorreu aumento em todos os substratos, porém os materiais não diferiram de forma expressiva em relação a esse parâmetro, sendo que CAIN apresentou maior valor de pH após o cultivo, em comparação aos demais. O aumento nos valores de pH em todos os substratos está relacionado ao fornecimento frequente de solução nutritiva ao longo do ciclo.

Assim, as alterações nas características físicas e químicas foram evidentes em todos os materiais. Desta forma, verifica-se a importância de mais estudos avaliando substratos de cultivo para produção de lisiantos de corte em sistema de cultivo em canais com recirculação do lixiviado, com o intuito de verificar qual pode ser mais adequado ao cultivo da espécie.

### **Conclusões**

Os substratos CAIN + S10 e CAC podem ser utilizados para a produção de lisiantos para flor de corte em sistema de cultivo em canais com recirculação da solução nutritiva, uma vez que ambos proporcionam hastes com padrão adequado para comercialização, com destaque para o primeiro, que promove um maior crescimento das plantas.

Nas condições em que o experimento foi realizado, o uso de casca de arroz *in natura* como material isolado para substrato prejudica o crescimento das plantas e impede o florescimento de lisiantos, modificando as relações de partição de massa seca entre os órgãos das plantas.



### Literatura citada

Alves, Camila Magalhães Lameiras. Produção e pós-colheita de lisianthus cultivado em Ambiente Protegido. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Backes, F. A. A.; Barbosa, J. G.; Cecon, P. R.; Grossi, J. A. S.; Backes, R. L.; Finger, F. L. 2007. Cultivo hidropônico de lisianto para flor de corte em sistema de fluxo laminar de nutrientes. Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 42:1561-1566.

Backes, F. A. A. L. et al. Cultivo de lisianto para flor-de-corte sob diferentes tipos de poda. 2008. Bioscience Journal, 24(3).

Barbosa, J.G. Chrysanthemum cultivation in expanded clay: I. Effect of the nitrogen-phosphorus potassium ratio in the nutrient solution. 2000. J. Plant Nutr., New York, 23:1327-1336.

Caldeira, M.V.W. et al. Alternative substrates in the production of seedlings of *Chamaecrista desvauxii*. 2013. Revista Árvore, 37: 31-39.

Camargo, M. S. de.; Shimizu, L. K.; Saito, M. A.; Kameoka, C. H.; Mello, S. da C.; Carmello, Q. A. De C. Crescimento e absorção de nutrientes pelo lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) cultivado em solo. 2004. Horticultura Brasileira, 22:143-146.

Duarte, T. S. et al. Efeito da carga de frutos e concentrações salinas no crescimento do meloeiro Cultivado em substrato. 2008. Horticultura brasileira, 26: 348-353.

De La Riva-Morales, F. P.; Águila, P. C.M.; Urrestarazu, M. G. Comportamiento productivo de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn) en cultivo sinsuelo. 2013. Revista Chapingo. Serie horticultura, 19(2):141-150.

Giménez, G.; Andriolo, J.; Godoi, R. Strawberry soilless cultivation. 2008. Ciência Rural, 38: 273-279.

Hernandes, H. H. Respuesta de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) Cv. Echo Blue a diferentes dosis de nitrógeno, cálcio y magnésio. 2011. Tese de doutorado. Universidade Autonoma de Chapingo. México, 103 p.

IBRAFLOR. Critério de classificação lisianthus de corte. Cooperativa Veiling Holambra. Disponível em:<<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=163>> Consultado: 18/out/2016.

Medeiros, C. A. B.; Strassburger, A. S.; Antunes, L. E. C. Avaliação de substratos constituídos de casca de arroz no cultivo sem solo do morangueiro. 2008. Horticultura Brasileira, 26 :4827-4831.

Kuinchtner, A.; Buriol, A. G. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. 2001. Disciplinarum Scientia Naturais e Tecnológicas, 2:171-182.

Peil, R. M. N.; De Albuquerque Neto, A. A. R. Densidade de plantio e genótipos de tomateiro cereja cultivados em casca de arroz com solução recirculante. 2014. *Horticultura Brasileira*, 32: 234-240.

Strassburger, A. S. *et al.* Crescimento e produtividade da abobrinha italiana: efeito da concentração iônica da solução nutritiva. 2011. *Semina: Ciências Agrárias*, 32: 553-564.

Tabela 1. Características físicas e químicas dos substratos casca de arroz *in natura* (CAIN) e casca de arroz carbonizada (CAC), utilizados isoladamente e em mistura com substrato comercial S10 (Beifort<sup>®</sup>) na proporção de 30%, no início e ao final do cultivo de lisiantos, em diferentes substratos à base de casca de arroz em sistema de canais com recirculação do lixiviado.

Propriedades físicas	Substratos - início e final do cultivo							
	CAC		Cain		Cac+S10		Cain+S10	
	Início	Final	Início	Final	Início	Final	Início	Final
Densidade úmida (g L <sup>-1</sup> )	262	437	236	338	279	547	264	449
Matéria Seca (g 100g <sup>-1</sup> )	60	50	38	43	54	52	51	44
Densidade Seca (g L <sup>-1</sup> )	156	218	90	145	150	286	135	196
Porosidade Total (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,77	0,82	0,72	0,86	0,71	0,81	0,76	0,81
Espaço de aeração (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,56	0,17	0,58	0,61	0,57	0,19	0,59	0,23
AFD (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,12	0,22	0,04	0,06	0,03	0,14	0,03	0,12
CRA a 10 cm (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,2	0,64	0,14	0,25	0,14	0,62	0,17	0,59
Propriedades químicas								
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0,11	0,31	0,07	0,21	0,13	0,55	0,19	0,52
Valor de pH (H <sub>2</sub> O)	5,1	5,7	5,3	6,4	5,1	5,8	4,8	5,7

\*AFD: Água Facilmente Disponível

\*CRA: Capacidade de Retenção de Água

\* CE: Condutividade Elétrica

Tabela 2: Produção de massa seca de caule, folhas, flores, parte aérea e raízes e área foliar de plantas de lisiantos White Excalibur cultivadas em diferentes substratos à base de casca de arroz em sistema de canais com recirculação do lixiviado.

Tratamento/Substrato	Produção Massa Seca (g <sup>1</sup> planta <sup>1</sup> )					Área foliar (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )
	Caule	Folhas	Flores	Parte aérea	Raízes	
70% CAIN + 30% S10	5,23 a	3,00 a	2,11 a	10,39 a	0,73 a	719,53 a
100% CAIN	0,55 d	0,77 d	0,0 d	1,33 d	0,11 c	96,14 d
70 % CAC + 30% S10	2,98 c	1,59 c	1,10 c	5,67 c	0,49 b	388,27 c
100% CAC	4,37 b	2,26 b	1,60 b	8,23 b	0,57 b	620,70 b
CV %	7,96	16,89	13,19	9,76	17,36	8,57

Médias seguidas por letras idênticas na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CAIN: Casca de arroz *in natura*, CAC: casca de arroz carbonizada, S10: substrato comercial orgânico (Beifort<sup>®</sup>).

Tabela 3: Partição de massa seca entre os diferentes órgãos da planta e relação parte aérea/raízes de lisiantos da cultivar White Excalibur em diferentes substratos à base de casca de arroz em sistema de canais com recirculação do lixiviado.

Tratamento/Substrato	Partição de Massa Seca %				Relação Parte aérea/raízes (g/g <sup>-1</sup> )
	Caule	Folha	Flor	Raízes	
70% CAIN + 30% s10	47,6 a	26,4 b	19,4 a	6,6 a	14,22 a
100% CAIN	36,7 b	55,2 a	0,0 b	8,1 a	11,99 a
70 % CAC + 30% S10	48,4 a	26,0 b	17,6 a	8,0 a	12,34 a
100% CAC	49,6 a	25,7 b	18,2 a	6,5 a	14,54 a
CV %	9,36	13,22	10,91	22,68	20,61

Médias seguidas por letras idênticas na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CAIN: Casca de arroz *in natura*, CAC: casca de arroz carbonizada, S10: substrato comercial orgânico (Beifort<sup>®</sup>).

Tabela 4: Valores médios das variáveis: comprimento (Comp.) de haste, diâmetro de haste, área foliar, número de flores abertas, diâmetro de flor e número de botões florais com potencial ornamental para plantas da cv. de lisiantos White Excalibur cultivadas em diferentes substratos à base de casca de arroz em sistema de canais com recirculação do lixiviado.

Substratos	Comprimento	Diâmetro	Nº flores	Diâmetro	Nº botões
	hastes (cm)	hastes (cm)	abertas	de flor	potencial ornamental
70% CAIN + 30% s10	65,1 a	6,4 a	3,83 a	6,6 a	5,1 a
100% CAIN	16,5 c	2,8 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c
70 % CAC + 30% S10	46,6 b	5,4 b	2,5 b	5,9 b	3,6 b
100% CAC	61,8 a	6,1 a	3,0 ab	6,2 ab	4,1 ab
CV %	11,17	6,17	27,66	6,32	22,82

As médias seguidas por letras idênticas na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CAIN: Casca de arroz *in natura*, CAC: casca de arroz carbonizada, S10: substrato comercial orgânico (Beifort<sup>®</sup>).

## Conclusões gerais

O trabalho realizado com a cultura da gipsofila em sistema de cultivo de canais, com recirculação do lixiviado, permitiu chegar as seguintes conclusões:

Os substratos casca de arroz carbonizada (CAC) 100% e a mistura de casca de arroz *in natura* (CAIN; 85%) + composto S10 (15%) podem ser indicados para o cultivo de gipsofila, uma vez que apresentam resultados superiores. O cultivo de gipsofila em substrato casca de arroz *in natura* 100% diminui o crescimento da parte aérea, a produção e a qualidade de hastes. Os substratos CAC+S10 e CAIN+S10 promovem uma maior eficiência no uso da água para a produção de massa fresca da planta em relação aos materiais puros.

A poda tardia antecipa o ciclo de desenvolvimento fenológico, aumenta o crescimento e a produtividade da gipsofila.

A fase fenológica III (elongação e iniciação floral) é a que demanda maior quantidade de água para o desenvolvimento da planta.

Em relação à pesquisa realizada sobre a produção de lisiantos empregando substratos à base de casca de arroz em canais de cultivo com recirculação da solução nutritiva, pode-se concluir o que segue:

Os substratos CAIN + S10 e CAC podem ser utilizados para a produção de lisiantos para flor de corte, em sistema fechado de cultivo sem solo, uma vez que ambos proporcionam hastes com padrão para comercialização. O uso de casca de arroz *in natura* como material isolado para substrato impede o florescimento de lisiantos e modifica as relações de partição de massa seca entre os órgãos das plantas.

Assim, constatou-se que a gipsofila e o lisiantos adaptam-se de forma adequada ao sistema de cultivo em canais preenchidos com substratos à base de casca de arroz, com recirculação do lixiviado.

## Referências

ALMEIDA, E. F. A. et al. Different substrates and environments for mini-ixora (*Ixora coccinea* 'Compacta') rooting. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n.5, p.1449-1453, 2008.

ALVES, CAMILA MAGALHÃES LAMEIRAS. Produção e pós-colheita de lisianthus cultivado em Ambiente Protegido. Viçosa, 2012, 61p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, 2012.

ANDRIOLO, J. L. et al. Cultivo sem solo do morangueiro com três métodos de fertirrigação. *Ciência Rural*, v. 39, n. 3, p. 691-695, 2009.

ARNOLD, C.Y. Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. *Proceedings of the American Society for Horticultural Sciences*. 76:682- 692, 1960.

ASADUZZAMAN, M. et al. Influence of soilless culture substrate on improvement of yield and produce quality of horticultural crops. *Soilless Culture Use of Substrates for the Production of Quality Horticultural Crops*, v. 10, p.400-413, 2015.

BACKES, F. A. A. L.; BARBOSA, J. G.; CECON, P. R.; GROSSI, J. A. S.; BACKES, R. L.; FINGER, F. L. Hydroponic growth of lisianthus as cut flower under nutrient film technique. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42 n.11, p. 1561-1566, 2007.

BACKES, F. A. A. L., BARBOSA, J. G., BACKES, R. L., RIBEIRO, J. M. O., FINGER, F. L., & BARBOSA, M. S. Cultivo de lisianto para flor-de-corte sob diferentes tipos de poda. *Bioscience Journal*, v. 24, n.3, 2008.

BAKKER, J. C. et al. Greenhouse Climate Control in integrated approach. In: MARCELIS, L. F. M.; DE KONING, A. N. M. Biomass partitioning in plants. Wageningen Pers. 1995. 296 p.

BARBOSA, J.G. Chrysanthemum cultivation in expanded clay: I. Effect of the nitrogen-phosphorus potassium ratio in the nutrient solution .J. Plant Nutr., New York, v. 23, n. 9, p. 1327-1336, 2000.

BARROS, G. L. et al. Influência de diferentes tipos de substratos na germinação e desenvolvimento inicial de melão pepino (*Cucumis melo* var. *Cantalupensis* naud.). Revista Verde, v.6, n.1, p. 235 – 239, 2011.

BARTH, M. et al. Agricultura Familiar: características ergonômicas das atividades e impactos na saúde dos trabalhadores. Estudos Sociedade e Agricultura, v. 24, n. 2, 2016.

CALDEIRA, M.V.W. et al. Alternative substrates in the production of seedlings of *Chamaecrista desvauxii*. Revista Árvore, 37: 31-39, 2013.

CAMARGO, M. S. de et al. Crescimento e absorção de nutrientes pelo lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) cultivado em solo. Horticultura Brasileira, v.22, p.143-146, 2004.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. A cultura do arroz. Brasília: Conab, 2015. Disponível também em: <http://www.conab.gov.br> Acesso em 29 de fev. 2017.

CARON, B. O. et al. Crescimento da alface em diferentes substratos. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 3, n.2, p. 97-104, 2004.

DANZIGER Dan” Flower Farm *Gypsophila*: cultivavion practices in Israel. Beit Dagan: Danziger “Dan” Flower Farm, 1995. 45p.

DE LA RIVA-MORALES, F. P.; ÁGUILA, P. C.M.; URRESTARAZU, M. G. Comportamiento productivo de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* [Raf.] Shinn) en cultivo sin suelo. Revista Chapingo. Serie horticultura, v. 19, n. 2, p. 141-150. 2013.

DE SOUSA, V. F. et al. Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. V.4, n.2, p.183-188, 2000.

DORAJEERAO, A. V. D.; MOKASHI, A. N. Growth analysis as influenced by pinching time in garland chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium* L.). *Global Journal Bio-Science & Biotechnology*, v.1, p. 242-247, 2012.

DUARTE, T. S. et al. Efeito da carga de frutos e concentrações salinas no crescimento do meloeiro Cultivado em substrato. 2008. *Horticultura brasileira*, 26: 348-353.

FERMINO, MARIA HELENA. Substratos: composição, caracterização e métodos de análise. Guaíba: Agrolivros, 2014. 112p. il.

FERREIRA, E. A. et al. Influencia de diferentes substratos e fertilizantes na aclimatação de plantas de figueira (*Ficus Carica* L.). *Revista Caatinga*, v. 21, n. 5, 2008.

GABRIELS, R. Substrate requirements for plants. *Acta horticulturae*, Wageningen, n. 221, p. 19-23, 1988.

GASPARI, L. C.; KHATOUNIAN, C. A. Características das Famílias, Estruturação da Produção e Estratégias de Comercialização em um Assentamento de Reforma Agrária. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 54, n. 2, p. 243-260, 2016.

GIMÉNEZ, G.; ANDRIOLO, J.; GODOI, R.. Strawberry soilless cultivation. *Ciência Rural*, v.38, n. 1, p. 273-279, 2008.

GIRARDI, L. B. Disponibilidade hídrica e seus efeitos sobre o desenvolvimento radicular e a produção de Gipsófila envasada em ambiente protegido. *Irriga*, V. 17, n.4 , p. 501 - 509, out - dez. 2012.



HERNNDEZ, C. H. Respuesta de Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) Cv. Echo Blue a diferentes dosis de nitrógeno, cálcio y magnésio. Tese de doutorado. Universidade Autonoma de Chapingo. México, 2011. Disponível em: <<https://chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISDCH2012011807126586.pdf>> Acesso em 06 de jan. 2017.

IBRAFLOR - INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. Critério de classificação *Gypsophila paniculata*. 2016. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=163>>. Acesso em: 11 out. 2016.

IBRAFLOR - INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. Mapeamento e Quantificação da Cadeia de Flores e Plantas ornamentais do Brasil. 2015. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=248>>. Acesso em 06 de fev. 2017.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. O setor produtivo de flores e plantas ornamentais do Brasil, no período de 2008 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, v. 20, n. 2, p. 115-120, 2014.

KLEIN, C. Utilização de substratos alternativos para produção de mudas. Revista Brasileira de Energias Renováveis, v.4, n. 1 p. 43-63, 2015.

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

LIMA, R. L. S. et al. Recipients volume and substrate composition for castor seedlings production. Ciência e Agrotecnologia, v. 30, n. 3, p. 480-486, 2006.

LOPES, O. D. et al. Determination of crop coefficient (Kc) and water use efficiency for irrigated rosemary peppermint. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V.15, n.6, p. 548-553, 2011.

LORENZETT, D. B.; NEUHAUS, M.; SCHWAB, N. T. Gestão de resíduos e a indústria de beneficiamento de arroz. *Revista Gestão Industrial*, v. 8, n. 1, 2012.

MARQUES, G. N. et al. Fenologia, consumo hídrico, rendimento e qualidade de minimelancia em hidroponia. *Revista da Faculdade de Agronomia, La Plata*, v. 113, n. 1, p. 57-65, 2014.

MARQUES, GABRIEL NATCHIGALL. Fruticultura, cultivo do morangueiro em substrato. In: MARQUES, G. N. e PEIL, R. M. N. *Ecofisiologia de cultivares de morangueiro*. Senar - PR, 2016. 112 p.

MEDEIROS, C. A. B.; STRASSBURGER, A. S.; ANTUNES, L. E. C. Casca de arroz e sua carbonização para utilização em substratos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Embrapa Clima Temperado – Circular Técnica. 2008.

MELLO, ROSMARY PANNON. Consumo de água do lírio asiático em vaso com diferentes substratos. 2006, 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

ONA, A. F. et al. Influence of Pinching on Growth and Yield of Snowball Chrysanthemum. *International Journal Business, Social and Scientific Research*, v. 3, n. 3, p. 174-178, 2015.

PARIZI, A. R. et al. Níveis de irrigação na cultura do Kalanchoe cultivado em ambiente protegido. *Revista Ciência Rural*, vol.40, n.4,p. 854-861, 2010.

PEIL, R. M. N.; De ALBUQUERQUE NETO, A. A. R. Densidade de plantio e genótipos de tomateiro cereja cultivados em casca de arroz com solução recirculante. 2014. *Horticultura Brasileira*, 32: 234-240.

PEITER, M. X.; PARIZI, A. R. C.; ROBAINA, A. D.; SAORES, F. C. Consumo de água e produção da flor da fortuna (*Kalanchoe blossfeldiana* Poelln.) cv. Gold Jewel sob diferentes lâminas de manejo de irrigação. *Revista Irriga, Botucatu*, v.12, n.1, p.83-91, 2007.

PEREIRA, J.R.D. et al. Crescimento e produção de hastes florais de gladiolo cultivado sob diferentes tensões de água no solo. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.33, n.4, p.965-970, 2009.

PETRY, CLAUDIA. Plantas Ornamentais. Aspectos para a produção. 2ª edição. Produção de gypsophila. Editora Universidade de Passo Fundo - Passo fundo, 2008. 201p.

PIRES, R. C. M. et al. Irrigation frequency and substrate volume effects in the growth and yield of tomato plants under greenhouse conditions. *Scientia Agricola*, v. 68,n.4, p. 400-405, 2011.

POSADA, F. C; OLMOS, J. E. P; VILLARREAL. A. R. Crescimento y produccion em três clones de *Gypsophila paniculata* em resposta al termoperíodo, confinamento y desponte. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, v. 4, n. 2, p. 209-222, 2010.

REGO, J. L. et al. Chrysanthemum yield as affected by various irrigation depths. *Horticultura Brasileira*, v. 27, n. 1, p. 45-48, 2009.

REIS, E.; CASA, R.; BIANCHIN, Vânia. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. *Summa phytopathol*, v. 37, n. 3, p. 85-91, 2011.

SAIDELLES, F. L. F. et al. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira Carbonized rice hull as substratum to produce tamboril-da-mata and garapeira seedlings. *Semina: Ciências Agrárias*. V. 30, n.1, p.1173-1186, 2009.

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 vasos. *Irriga, Botucatu*, v. 18, n. 2, p. 328-336, 2013.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. Flores e plantas ornamentais do brasil. 2015. Vol. 2. Disponível em

<[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/arquivos\\_chronus/bds/bds.nsf/7ed114f4eace9ea970dadf63bc8baa29/\\$File/5518.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/arquivos_chronus/bds/bds.nsf/7ed114f4eace9ea970dadf63bc8baa29/$File/5518.pdf)> Acesso em: 27 de jan. 2017.

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

SONNEVELD, C.; STRAVER, N. Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates. Tenth ed. Proefstation voor Tuinbouw onder Glas Te Naaldwijk, The Netherlands, Series: Voeding oplossingen Glastuinbouw. 1994. 45p.

SOUZA, A. R. C.; PEITER, M. X.; ROBAINA, A. D.; SOARES, F. C.; RARIZI, A. R. C.; FERRAZ, R.C. Water absorption and performance of the *Kalanchoe* grown in alternative substrates. Ciência Rural, v. 40, n. 3, p. 534-540. 2010.

SOUZA, A. P. et al. Evapotranspiration, crop coefficients and water use efficiency of the bell pepper crop in different cropping systems. Acta Scientiarum. Agronomy. 33(1): 15-22, 2011.

STEFFEN, G. P. K. et al. Casca de arroz e esterco bovino como substratos para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. Acta Zoológica Mexicana, v. 2, p. 333-343, 2010.

STRASSBURGER, A. S. et al. Crescimento e produtividade da abobrinha italiana: efeito da concentração iônica da solução nutritiva. 2011. Semina: Ciências Agrárias, 32: 553-564.

TAZZO, I. F.; HELDWEIN, A. B.; MALDANER, I. C.; PIVETTA, C. R.; STRECK, L.; RIGHI, E. Z. Evapotranspiração do pimentão em estufa plástica estimada com 95 dados meteorológicos externos, na primavera. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n. 3, p. 275–280, 2012.

VASCONCELOS, A. A.; INECCO, R.; MATTOS, S. H. Parâmetros morfológicos de *Gypsophila paniculata* L. cultivada com lodo de esgoto alcalinizado e adubação fosfatada. Revista Ciência Agronômica, v. 43, n. 4, p. 706-712, 2012.

VIEIRA, G. H. S. et al. Influência de diferentes lâminas de irrigação nos parâmetros de crescimento do cafeeiro na região de Viçosa, MG. In: Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil, 2000, Poços de Calda, MG. Resumos: Minasplan, 2000. p.879-881.

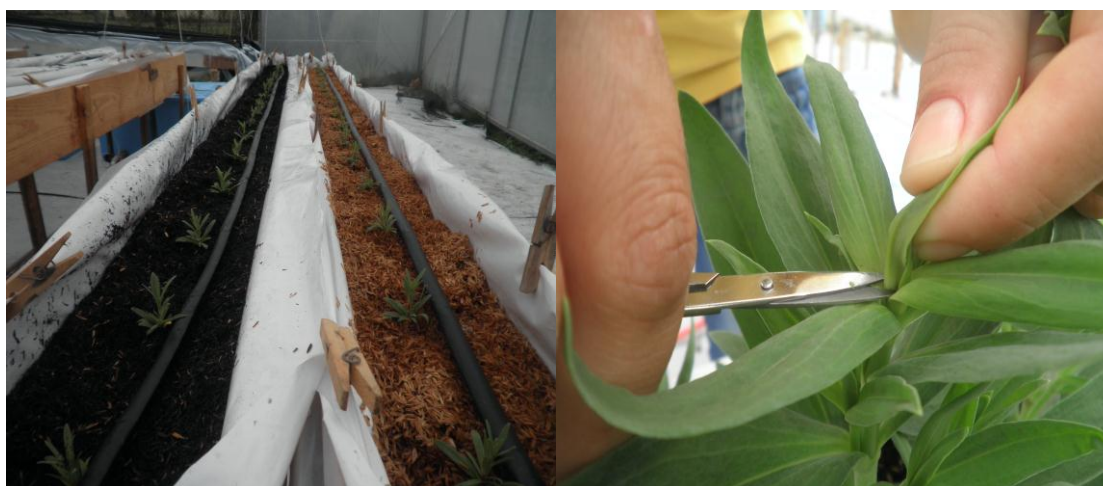
WAHOME, P. K. et al. Effects of Different Hydroponics Systems and Growing Media on the Vegetative Growth, Yield and Cut Flower Quality of Gypsophila (*Gypsophila paniculata* L.). *World Journal of Agricultural Sciences*, v. 7, n. 6, p. 692-698, 2011.

## Apêndice

## Apêndice



**Figura 1** - Visão geral do experimento 1: cultivo de gipsofila em sistema de canais com recirculação da solução nutritiva. Capão do Leão (RS), 2016.



**Figura 2** – Canais com substratos e detalhe da poda no cultivo de *Gypsophila paniculata*. Capão do Leão (RS), 2016.



**Figura 3** - Visão geral do experimento 2: Produção de lisiantos empregando substratos à base de casca de arroz em canais de cultivo com recirculação da solução nutritiva. Capão do Leão (RS), 2016.