

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar



Dissertação

Calhas com substrato de casca de arroz “*in natura*” e recirculação da solução nutritiva drenada: um sistema alternativo para o cultivo de minimelancia

Josiéle Garcia Dutra

Pelotas, 2019

Josiéle Garcia Dutra

Calhas com substrato de casca de arroz “*in natura*” e recirculação da solução nutritiva drenada: um sistema alternativo para o cultivo de minimelancia

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 Mestra em Agronomia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Roberta Marins Nogueira Peil

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Grolli

Pelotas, 2019

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

D978c Dutra, Josiéle Garcia

Calhas com substrato de casca de arroz "*in natura*" e recirculação da solução nutritiva drenada : um sistema alternativo para o cultivo de minimelancia / Josiéle Garcia Dutra ; Roberta Marins Nogueira Peil, orientadora ; Paulo Roberto Grolli, coorientador. — Pelotas, 2019.

87 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2019.

1. Sistema de cultivo em vasos. 2. Reutilização de substrato. 3. Número de hastes. 4. Crescimento. 5. Produtividade. I. Peil, Roberta Marins Nogueira, orient. II. Grolli, Paulo Roberto, coorient. III. Título.

CDD : 631

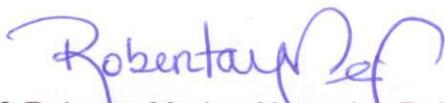
Josiéle Garcia Dutra

Calhas com substrato de casca de arroz "*in natura*" e recirculação da solução nutritiva drenada: um sistema alternativo para o cultivo de minimelancia

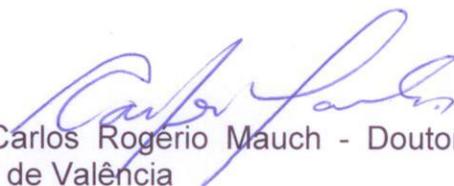
Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Agronomia.

Data da defesa: 14 de outubro de 2019

Banca examinadora:



Profª Drª Roberta Marins Nogueira Peil (orientadora) - Doutora em Agronomia pela Universidade de Almeria



Prof. Dr. Carlos Rogério Mauch - Doutor em Agronomia pela Universidade Politécnica de Valência



Profª Drª Tatiana da Silva Duarte - Doutora em Ciências/ Produção Vegetal pela Universidade Federal de Pelotas

Aos meus pais, João Jorge e Maria Cecília,
pelo que representam em minha vida,
dedico.

Agradecimentos

À Deus, por me presentear com a vida, por me abençoar e proteger, guiando sempre as minhas escolhas e nunca permitindo que eu perca a fé e a confiança em mim mesma.

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 Mestra.

Ao Laboratório de Análises de Substratos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, representado pela Prof^a Dr^a. Tatiana da Silva Duarte, pela realização das análises dos substratos.

Aos meus pais João Jorge e Maria Cecília, por muitas vezes terem abdicado de seus próprios sonhos em prol dos meus, por estarem presentes em todas importantes decisões da minha vida, por me prestarem seu apoio nos momentos de insegurança, por suas constantes orações pedindo a Deus pela minha proteção.

À minha irmã Graciela, minha melhor amiga, sobretudo por acreditar no meu potencial e me incentivar a não desanimar nos momentos de dificuldades.

Ao meu marido Rubilar e meu enteado Néryck, por estarem ao meu lado e compreenderem os momentos em que precisei abrir mão da convivência para estudar, pelas vezes em que me ajudaram e contribuíram para que este sonho se tornasse realidade.

Aos amigos, familiares e colegas, por tornarem a caminhada mais leve, através da convivência do dia-a-dia, o que foi fundamental para me manter bem para continuar.

A professora Roberta Marins Nogueira Peil, por me orientar durante este período sempre com muita paciência e carinho, compartilhando comigo um pouco do seu enorme conhecimento, com sua impecável conduta como docente, um exemplo de profissional a ser seguido.

Ao professor Paulo Roberto Grolli pela coorientação, pela disponibilidade e amizade.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos colegas e amigos, Aline Pereira, Athos Dorneles, Mussa Salé, Facundo Ernesto e Cristiane Neutzling, pela disposição a me ajudarem sempre

que precisei. Obrigada pela parceria, pelos momentos de descontração e de amizade.

Aos estagiários Thiago da Luz, Dener de Oliveira e Luisa Gehrke, pelo comprometimento e disposição para ajudar a tornar este trabalho possível.

A todos que de uma forma ou de outra estiveram presentes em minha vida, e que me ajudaram a dar mais esse passo no meu crescimento profissional.

“Viver é como andar de bicicleta: É preciso estar em constante movimento para manter o equilíbrio”.

Albert Einstein

Resumo

DUTRA, Josiéle Garcia. **Calhas com substrato de casca de arroz “*in natura*” e recirculação da solução nutritiva drenada: um sistema alternativo para o cultivo de minimelancia.** 2019. 87f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O sistema de cultivo e o substrato estão diretamente relacionados à absorção de solução nutritiva pelas plantas e, portanto, ao crescimento da cultura, à produtividade e à qualidade dos frutos. Este trabalho introduz o sistema de calhas preenchidas com casca de arroz *in natura* com recirculação da solução nutritiva drenada para a cultura da minimelancia, como alternativa ao sistema de vasos, habitualmente utilizado em ambiente protegido. Para que um novo sistema seja viável e possibilite boa produtividade e qualidade dos frutos, vários aspectos devem ser estudados, entre estes, as características físicas e químicas do substrato, a possibilidade de reutilizá-lo em cultivos sucessivos e o manejo adequado das plantas. Neste último aspecto, a forma de condução das plantas, aliada aos demais fatores, pode determinar o comportamento da cultura. O objetivo do trabalho foi estudar o efeito do sistema de cultivo e do tempo de uso sobre as alterações das características físicas do substrato de casca de arroz *in natura*, o crescimento das plantas, a produção e a qualidade de frutos de minimelancia cultivadas com diferentes números de hastes por planta. Dois experimentos, empregando sistemas com recirculação da solução nutritiva foram realizados em estufa plástica, localizada no Campo Didático e Experimental do Departamento de Fitotecnia, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas. No primeiro, as plantas foram cultivadas em vasos e calhas. No segundo, foram comparados substratos de primeiro e segundo uso no cultivo em calhas. Em ambos os experimentos foi estudada a condução das plantas em uma (com densidade de 2,9 plantas/ m²) e duas hastes com densidade de 1,45 plantas/ m²). As variáveis avaliadas em ambos os experimentos foram: o número de folhas, área foliar por planta, índice de área foliar, massa fresca de frutos e total, índice de colheita, massa seca de folhas, caule, frutos e total, número de frutos, massa média de frutos, produtividade por planta e rendimento de frutos por unidade de área, teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (ATT), e relação SST/ATT dos frutos. Também foram avaliadas as características físicas e químicas dos substratos antes e após cada um dos cultivos. Os resultados obtidos no experimento 1 indicam que o sistema de calhas teve maior impacto positivo sobre as características físicas do substrato, cuja capacidade de retenção de água (CRA) passou do valor inicial de 7,9% para 15,6% ao final, enquanto que nos vasos se elevou a 11,2%. O sistema de cultivo em calhas não afetou a produção e distribuição de biomassa das plantas em relação ao cultivo em vasos, ambos sistemas não afetaram a produtividade, com média de 8 Kg m⁻², e a qualidade dos frutos. As plantas de duas hastes apresentaram maior produção de massa seca, e maior produção de frutos (4,2 Kg planta⁻¹), com maior conteúdo de sólidos solúveis totais (SST; 11,4°Brix), ainda que sem efeito sobre o peso médio de frutos, porém não superaram o crescimento por unidade de área das plantas de uma haste, que também tiveram maior número (7,3 frutos m⁻²) e produção de frutos (9,7 Kg m⁻²) por m². No experimento

2, o substrato de 2º uso apresentou maior CRA (12,4%) que o substrato novo (9,9%) e afetou negativamente a produção de biomassa das plantas, com redução da ordem de 184% em relação ao substrato de 2º uso, bem como a partição de massa seca destinada aos frutos teve redução na ordem de 30%. O substrato de 2º uso proporcionou melhores resultados de produtividade e qualidade para a maioria das variáveis estudadas, obtendo-se 5,9 frutos e 5,3 Kg m⁻², com SST de 10,5ºBrix. No experimento 1, a partição de massa seca destinada aos frutos foi de 74,9%, já no experimento 2, a proporção de massa seca destinada aos frutos foi de em, média, de 63,3%. As plantas de duas hastes tiveram resultados melhores de peso médio de frutos e, conseqüentemente, de produção por planta do que as plantas de uma haste, sem efeitos sobre o número de frutos planta⁻¹, o rendimento por m² e a qualidade. A partir dos resultados obtidos em ambos os experimentos, é possível concluir que plantas de minimelancia apresentam igual produção e partição de biomassa tanto no cultivo em vasos como em calhas. Ambos sistemas de cultivo afetam positivamente as características físicas da casca de arroz *in natura*, porém no sistema de calhas este efeito é superior. O tempo de uso beneficia a produção e distribuição de fotoassimilados para os frutos, e melhora as características físicas da casca de arroz *in natura*. A condutividade elétrica (CE) do substrato permaneceu baixa mesmo após dois cultivos. O crescimento e a produção de uma planta com duas hastes é inferior à de duas plantas de haste única, porém a partição de biomassa para os frutos não é afetada pelo número de hastes das plantas.

Palavras-chave: Sistema de cultivo em vasos. Reutilização de substrato. Número de hastes. Crescimento. Produtividade.

Abstract

DUTRA, Josiéle Garcia. **Troughs with fresh rice husk substrate and recirculation of the drained nutrient solution: an alternative system for cultivation of mini watermelon.** 2019. 87f. Dissertation (Master in Agronomy) - Graduate Program in Family Agricultural Production Systems, Agronomy School Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas.

The cultivation system and the substrate are directly related to the absorption of the nutrient solution by the plants and, therefore, to the growth of the crop, the productivity and the quality of the fruits. This work introduces the system of gutters filled with fresh rice husks with recirculation of the drained nutrient solution for the mini watermelon, as an alternative to the pot system, usually used in a protected environment. For a new system to be viable and to allow good fruit productivity and quality, several aspects must be studied, including the physical and chemical characteristics of the substrate, the possibility of reusing it in successive crops and the proper management of plants. In this last aspect, the way of conduction of the plants, combined with the other factors, can determine the behavior of the crop. The objective of this work was to study the effect of cultivation system and time of use on changes in physical characteristics of fresh rice husk substrate, plant growth, yield and quality of fruits of mini watermelon cultivated with different numbers of stems per plant. Two experiments using systems with nutrient solution recirculation were carried out in a plastic greenhouse, located in the Didactic and Experimental Field of the Department of Phytotechnics, at the Eliseu Maciel School of Agronomy, at the Federal University of Pelotas. In the first one, the plants were grown in pots and gutters. In the second, substrates of first and second use in gutter were compared. In both experiments, plant conduction was studied in one (with a density of 2.9 plants/ m²) and two stems (with a density of 1.45 plants/ m²). The variables evaluated in both experiments were: leaf number, leaf area per plant, leaf area index, the fresh mass of fruits and total, harvest index, leaf dry mass, stems, fruits and total, number of fruits, average fruit mass, yield per plant and fruit yield per unit area, total soluble solids content (SST) fruits, titratable acidity (ATT), and fruit SST / ATT ratio. The physical and chemical characteristics of the substrates before and after each cultivation were also evaluated. The results obtained in experiment 1 indicate that the gutter system had the greatest positive impact on the physical characteristics of the substrate, whose water retention capacity (CRA) went from the initial value of 7.9% to 15.6% at the end, while which in the vessels increased to 11.2%. The gutter system did not affect the production and distribution of plant biomass in relation to the cultivation in pots, both systems did not affect the yield, with an average of 8 Kg m⁻², and the fruit quality. Plants with two stems presented higher dry mass production and higher fruit yield (4.2 Kg plant⁻¹), with higher total soluble solids content (TSS 11.4°Brix), although without effect on average fruit weight, but did not exceed the growth per unit area of plants of a stem, which also presented a higher number (7.3 fruits m⁻²) and fruit yield (9.7 kg m⁻²) per m². In experiment 2, the substrate of second use presented higher CRA (12.4%) than the new substrate (9.9%) and negatively affected the plant biomass production, with a reduction of 184% in relation to 2nd use substrate, as well as the partition of dry mass destined to fruits had a reduction of 30%. The substrate of second use provided better yield and quality results for most of the

studied variables, yielding 5.9 fruits and 5.3 kg m⁻², with 10.5°Brix TSS. In experiment 1, the fruit dry mass partition was 74.9%, while in experiment 2, the fruit dry mass ratio was, on average, 63.3%. Plants with two stems had better results on average fruit weight and, consequently, on yield per plant than plants on one stalk, with no effect on the number of fruits plant⁻¹, yield per m² and quality. From the results obtained in both experiments, it is possible to conclude that mini watermelon plants have equal production and partition of biomass in both potted and gutter cultivation. Both cultivation systems positively affect the physical characteristics of fresh rice husks, but in the gutter system, this effect is superior. Time of use benefits the production and distribution of photoassimilates to the fruits and improves the physical characteristics of fresh rice husk. The substrate electrical conductivity (EC) remained low even after two cultivations. The growth and yield of a two-stemmed plant are lower than that of two single-stemmed plants, but the biomass partition for the fruits is not affected by the number of the stem of the plants.

Keywords: Pot cultivation system. Substrate Reuse. Number of stems. Growth. Productivity.

Lista de Figuras

Apêndices	86
Apêndice 1 - Representação esquemática de plantas e de frutos de minimelancia em vasos (acima) e em calhas (abaixo). Sistema de condução em duas hastes (à esquerda) e em haste única (à direita).....	87

Lista de Tabelas

PROJETO DE PESQUISA.....	20
Tabela 1 - Material de consumo.....	31
Tabela 2 – Material Permanente.....	31
Tabela 3 – Publicações.....	31
Tabela 4 – Orçamento geral.....	31
Tabela 5 – Atividades previstas para 2018.....	32
Tabela 6 – Atividades previstas para 2019.....	32
Tabela 7 – Atividades previstas para 2020.....	32

ARTIGO I: Produção e partição de biomassa como ferramenta para avaliar o crescimento de plantas de minimelancia no sistema de calhas com substrato de casca de arroz in natura.....40

Tabela 1 - Análises físicas do substrato de casca de arroz in natura (CAIN) antes (0 DAT) e após o cultivo de minimelancia em sistema de calhas e vasos (81 DAT) e substrato de 1º e 2º uso (72 DAT).Pelotas, UFPel, 2019.....48

Tabela 2 - Efeito do sistema de cultivo (experimento 1), do tempo de uso do substrato de casca de arroz *in natura* (experimento 2) e do número de hastes da planta (experimentos 1 e 2) sobre o número de folhas, a área foliar, índice de área foliar (IAF), a produção de massa fresca de frutos e total da planta e o índice de colheita (IC) de plantas de minimelancia. Pelotas, UFPel, 2019.....49

Tabela 3 - Efeito do sistema de cultivo (experimento 1), do tempo de uso do substrato de casca de arroz *in natura* (experimento 2) e do número de hastes da planta (experimentos 1 e 2) sobre as variáveis de massa seca (g planta⁻¹ e g m⁻²) de folhas, caule, frutos, e total em minimelancia. Pelotas, UFPel, 2019.....50

Tabela 4 - Efeito do sistema de cultivo (experimento 1), do tempo de uso do substrato de casca de arroz in natura (experimento 2) e do número de hastes da planta (experimentos 1 e 2) sobre a partição de massa seca (%) entre órgãos aéreos de plantas de minimelancia. Pelotas, UFPel, 2019.....51

ARTIGO II: Produção e qualidade de minimelancia com diferentes números de hastes, cultivada em sistema de calhas e com reutilização de

substrato.....58

Tabela 1 - Características físicas do substrato de casca de arroz *in natura* antes e após o cultivo em vasos e calhas (experimento 1) e em substrato de 1º e 2º uso (experimento 2), oriundos do cultivo de plantas de minimelancia de uma haste e de duas hastes (experimentos 1 e 2). Pelotas, UFPel, 2019.....77

Tabela 2 - Efeito do sistema de cultivo (experimento 1), do tempo de uso do substrato de casca de arroz *in natura* (experimento 2) e do número de hastes da planta (experimentos 1 e 2) sobre os componentes do rendimento e SST de frutos de minimelancia. Pelotas, UFPel, 2019.....78

Tabela 3 - Acidez total titulável (ATT; g 100 mL⁻¹) e relação sólidos solúveis totais/ acidez total titulável (SST/ATT) de frutos de minimelancia oriundos do cultivo em vasos e calhas (experimento 1) e em substrato de 1º e 2º uso (experimento 2), oriundos do cultivo de plantas de minimelancia de uma haste e de duas hastes (experimentos 1 e 2). Pelotas, UFPel, 2019.....79

Sumário

Resumo.....	8
Abstract	10
1 INTRODUÇÃO.....	16
2 PROJETO DE PESQUISA	20
2.1 IDENTIFICAÇÃO	22
2.1.1 Instituição.....	22
2.1.2 Equipe.....	22
2.2 ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA	23
2.3 OBJETIVOS.....	26
2.3.1 Objetivo geral	26
2.3.2 Objetivos específicos.....	26
2.4 MATERIAL E MÉTODOS	27
2.5 RECURSOS NECESSÁRIOS.....	31
2.6 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DA PESQUISA	32
2.7 DIVULGAÇÃO PREVISTA.....	33
2.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
3 RELATÓRIO DE TRABALHO DE CAMPO.....	36
4 ARTIGO I: Produção e partição de biomassa como ferramenta para avaliar o crescimento de plantas de minimelancia no sistema de calhas com substrato de casca de arroz in natura.....	40
5 ARTIGO II: Produção e qualidade de minimelancia com diferentes números de hastes, cultivada em sistema de calhas e com reutilização de substrato.....	58
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
Referências	82
Apêndices.....	86

1 INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus* L.) é uma hortaliça de grande importância sócio-econômica, cujos principais atrativos são o sabor palatável e as propriedades nutracêuticas que apresenta.

No Brasil, foram produzidas 2.314.700 Mg de melancia em 2017, em uma área de cerca de 105 mil ha, resultando na produtividade média de, aproximadamente, 22 Mg ha⁻¹ (FAO, 2017).

Segundo o zoneamento agroclimático para a cultura (MAPA, 2016), os municípios situados na região sul do Rio Grande do Sul, como Pelotas e Capão do Leão, estão aptos ao plantio de melancia nos meses de outubro a dezembro. Porém, alguns produtores optam por fazer um segundo cultivo, de fevereiro a abril, pois a temperatura permanece alta e possibilita o desenvolvimento da cultura, além disso, é possível a comercialização a preços mais altos na entressafra da região.

No que se refere à tendência de mercado, atualmente, vêm se destacando as minihortaliças. No caso da melancia, o mercado consumidor, além do sabor agradável, prima por qualidade nutricional e praticidade no transporte e acondicionamento em geladeiras, tendo em vista a mudança no estilo de vida de inúmeras famílias brasileiras. Assim as minimelancias surgem para suprir esta nova necessidade. Estes produtos vêm sendo bem aceitos e despertam o interesse dos produtores pelo seu cultivo.

O cultivo protegido já é amplamente difundido em outros países como Espanha, por exemplo, e no Brasil vem ganhando espaço, pois possibilita ao produtor certo controle sobre o efeito das variáveis climáticas (temperatura, umidade do ar, radiação solar e vento) sobre o cultivo e assim evitar alguns imprevistos causados por intempéries. Segundo Andriolo (1999), além de reduzir a sazonalidade, favorecendo a produção antecipada ou fora de safra, agregando valor comercial ao produto, às vezes permite a produção em épocas ou regiões onde as condições climáticas de campo não são propícias à produção.

A condução das plantas de minimelancia em sistema vertical em ambiente protegido pode promover produtividade três vezes superior à obtida em cultivos rasteiros (CAMPAGNOL et al., 2016), também ocasionado pelo maior aproveitamento do espaço no ambiente protegido. Além disso, favorece o

aproveitamento da mão-de-obra, pois possibilita o trabalho em posição mais adequada e confortável, tornando-se mais atrativa para o trabalhador.

O processo de rotação de culturas é indicado para manter a qualidade do solo no interior do ambiente protegido, porém para pequenos produtores esta prática é difícil pela área restrita disponível. O uso intensivo do solo em estufas pode gerar graves consequências, como a salinização e problemas fitossanitários, inviabilizando os cultivos de diversas hortaliças (FURLANI et al., 2013), além de dificuldades como o esgotamento da fertilidade das áreas, o que tem motivado produtores a migrarem para o cultivo em substrato.

O sistema de cultivo em substrato, pode ser aberto ou fechado. No sistema aberto, o excedente de solução nutritiva drenada pelo substrato é descartado no ambiente. O sistema fechado promove a coleta e recirculação do lixiviado, evitando a contaminação do solo e o desperdício de água e fertilizantes (PEIL & SIGNORINI, 2018).

A região Sul é uma forte produtora da cultura orizícola e, como subproduto resultante da indústria arrozeira, temos a casca de arroz. Dentre as características deste material, destacam-se o baixo custo, fácil manuseio, grande capacidade de drenagem e ausência de contaminantes (MINAMI, 1995), constituindo-se em um resíduo apto para a utilização como substrato em cultivo sem solo. Normalmente, vem sendo empregada na forma carbonizada, que apresenta grande potencial de uso dadas as suas propriedades físicas, como a elevada porosidade e a resistência à decomposição (CARRIJO et al., 2004). Porém o produtor deve optar pela carbonização caseira, que é um processo oneroso e necessita de licença ambiental, ou a aquisição da casca já carbonizada, porém com valor agregado ao produto.

Estudos mostram que a casca de arroz *in natura* tem sido utilizada com êxito em sistemas fechados para o cultivo de espécies como meloeiro (MONTEZANO et al., 2006; DUARTE et al., 2008), abobrinha italiana (STRASSBURGER et al., 2011), tomateiro (PEIL et al., 2014; ROSA, 2015; CARINI, 2016, PERIN et al., 2018) e pepineiro (NEUTZLING, 2018).

Adicionalmente, têm-se demonstrado que a reutilização da casca em ciclos sucessivos não resultou em prejuízos à produção e qualidade de frutos de minitomateiro *grape* (ROSA et al., 2016) e de pepineiro conserva (NEUTZLING,

2018), o que possibilita a prática, que para o produtor representa economia em custos de frete e mão-de-obra.

Além do substrato a ser escolhido, o próprio sistema de cultivo pode exercer influência sobre o crescimento e o desempenho das plantas. O cultivo em vasos, com substrato, é uma técnica em expansão na produção de hortaliças, porém, para minimelancias, poucos estudos estão disponíveis. Este trabalho introduz o sistema de calhas preenchidas com substrato e com recirculação do lixiviado para esta cultura, como uma alternativa de baixo custo e menor impacto ambiental.

Perin et al. (2018) encontraram maior crescimento e produtividade no minitomateiro em sistema de calhas, no entanto, maior concentração de açúcares nos frutos, no sistema de vasos. Supostamente, no sistema de calhas, em função do volume contínuo de substrato disponível, as raízes podem se desenvolver mais facilmente, alcançando maior superfície de absorção, e assim obter maior produtividade. No entanto, são desconhecidos os estudos sobre este sistema e substrato na produtividade e qualidade de frutos de minimelancia.

Outro fator determinante no desempenho das culturas é a forma de condução das plantas. Alguns trabalhos desenvolvidos com meloeiro (BARNI et al., 2003) tomateiro (HEINE et al., 2015) e minimelancia (CAMPAGNOL, 2016; GOMES et al., 2019) apontam incrementos na produtividade de plantas conduzidas em duas hastes. Possivelmente, isso se deve à presença de dois meristemas apicais, cujos tecidos são os principais sintetizadores de auxina (TAIZ ET AL., 2017), o que confere maior área foliar (WATANABE, 2003) e desta forma maior potencial de síntese de fotoassimilados (REIS et al., 2013) e pela maior área transpiratória, aliada ao sistema radicular mais robusto, que possivelmente determinará uma maior demanda e absorção de água e solução nutritiva por cada planta.

Além disso, as sementes de minimelancia disponíveis são em geral importadas, e devido ao melhoramento genético empregado, chegam ao país com alto custo. Assim, a condução de plantas com duas hastes poderia diminuir o número de plantas necessárias para determinada área de cultivo, sob uma perspectiva de produtividade semelhante ou superior com mesma densidade de hastes e inferior densidade de plantas, considerando-se igual volume de substrato.

Dentro deste contexto, esta pesquisa foi, originada a partir de dois

experimentos, realizados com a casca de arroz *in natura* como substrato, em sistema fechado. No primeiro experimento, buscou-se estudar o crescimento das plantas, a produção e a qualidade dos frutos de minimelancia de haste única e de duas hastes, cultivadas em vasos e calhas. No segundo experimento, além da condução das plantas em uma e duas hastes, buscou-se conhecer o efeito da reutilização do substrato em segundo ciclo de cultivo sobre as mesmas variáveis. Em ambos os experimentos, também objetivou-se analisar as alterações nas propriedades físicas e químicas do substrato após cada experimento.

Considerando as variáveis avaliadas, a dissertação está formalizada em dois artigos científicos. No artigo 1, apresentam-se as respostas referentes à produção e partição de massa seca das plantas submetidas aos diferentes tratamentos experimentais. Já, no artigo 2, mostra-se o efeito dos tratamentos sobre as alterações das características físicas e químicas do substrato e o desempenho agrônomo (produtividade e qualidade) das plantas de minimelancia.

2 PROJETO DE PESQUISA

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO
AGRÍCOLA FAMILIAR**

Projeto de Dissertação:

**Sistemas de cultivo fechados com substrato de casca de arroz *in natura* e
número de hastes para minimelancia**

Josiéle Garcia Dutra

Pelotas, 2018

2.1 IDENTIFICAÇÃO

2.1.1 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.

2.1.2 Equipe

- Josiele Garcia Dutra – Discente do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar - Responsável.
- Roberta Marins Nogueira Peil – Prof^a. Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPeL. Orientadora.
- Paulo Roberto Grolli – Prof. Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPeL. Co-orientador.
- Tatiana da Silva Duarte – Prof^a. Departamento de Horticultura e Silvicultura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS - colaboradora
- Chaiane Signorini – Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Bolsista CAPES - FAEM/UFPeL. Participante.
- Cristiane Neutzling - Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Bolsista CAPES - FAEM/UFPeL. Participante.
- Mussa Mamudo Salé - Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Bolsista CAPES-FAEM/ UFPeL. Participante.
- Aline Soares Pereira - Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Bolsista CAPES-FAEM/ UFPeL. Participante.
- Katia Guadalupe Ruiz Canul - Discente do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - FAEM/UFPeL. Participante.
- Thiago da Luz - Discente do Curso de Agronomia - Bolsista CNPq - FAEM/UFPeL. Colaborador.

2.2 ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA

A melancia (*Citrullus lanatus L.*) é amplamente cultivada no Brasil e dentre as cucurbitáceas é a mais cultivada mundialmente. O mercado consumidor de melancia leva em consideração, sobretudo, tamanho e formato do fruto, coloração da polpa, sólidos solúveis, entre outras características.

Atualmente, no mercado vem se destacando as minimelancias que tem atraído, principalmente, consumidores que compõe pequenas famílias devido à praticidade no transporte, reduzido tamanho e facilidade de acondicionamento em geladeiras (VILELA et al., 2006).

Em recentes trabalhos realizados pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Pelotas, pode-se observar o ótimo desempenho de alguns híbridos de minimelancia, no entanto ainda são escassos os estudos sobre as mini-hortaliças em geral, ainda que o mercado esteja cada dia mais diversificado e exigente em novas opções.

A ocorrência de condições climáticas adversas pode comprometer o estabelecimento da cultura. Neste sentido, o cultivo protegido constitui uma técnica que possibilita certo controle de variáveis climáticas como temperatura, umidade do ar, radiação solar e vento. Esse controle se traduz em ganho de eficiência produtiva, além do que o cultivo protegido reduz o efeito da sazonalidade, favorecendo a oferta mais equilibrada ao longo dos meses. Possibilita um melhor controle por parte do produtor sobre as condições de cultivo, além de proporcionar a produção antecipada ou fora de safra, agregando valor comercial ao produto.

Em pequenas propriedades de produção agrícola familiar, o espaço é limitado e, na maioria das vezes, planejado para anos de cultivo na mesma casa de vegetação, devido ao alto investimento em estrutura. O cultivo de hortaliças no solo tem apresentado dificuldades de manejo, tais como a salinização (FONTES & GUIMARÃES, 1999), em função dos cultivos sucessivos, potencializando os riscos de contaminação da área. Assim, a adoção do cultivo sem solo facilita o manejo da sanidade no ambiente, uma vez que a troca do meio radicular e a limpeza da casa de vegetação, tornam apto, novamente, o ambiente de cultivo.

Entre as técnicas de cultivo sem solo, encontra-se a hidroponia, sendo a técnica da lâmina ou do filme de nutrientes (NFT; COOPER, 1979) a mais

empregada. O sistema radicular se desenvolve em meio à uma lâmina de água e nutrientes pré-estabelecida. Há dados de produção e qualidade do híbrido de minimelancia Beni Kodama (Horticeres®) em NFT em Pelotas (MARQUES et al., 2018), o qual se destacou dentre outros híbridos pela produtividade. Porém o sistema NFT é suscetível às mudanças bruscas de temperatura no sistema radicular, e a imprevistos, como a falta de energia. Assim, se faz interessante o estudo sobre o cultivo da minimelancia em substrato, visando a diminuição dos riscos de produção.

Em relação ao aproveitamento da solução drenada, existem dois tipos de sistemas de cultivo em substrato: o sistema aberto, no qual o excedente de solução nutritiva drenada pelo substrato é descartado no ambiente, sendo, portanto, a demanda por água e fertilizantes maior; e o sistema fechado, no qual existe a coleta e recirculação do lixiviado. Este sistema possibilita uma menor contaminação do solo e evita o desperdício de água e fertilizantes.

Mediante o aproveitamento de subprodutos oriundos da agroindústria local e que podem ser facilmente adquiridos, dentre eles a casca de arroz, é possível reduzir os custos para a produção no cultivo em substrato.

A casca de arroz carbonizada é uma opção de substrato já conhecida pela sua eficácia em cultivos sem solo. Estudos revelam que a casca de arroz *in natura* tem sido empregada com êxito em sistemas fechados para o cultivo do meloeiro (DUARTE et al., 2008), que é um fruto de características morfológicas e de mercado parecidas com a minimelancia. Ainda que a casca de arroz *in natura* apresente baixa capacidade de retenção de água, segundo Peil et al. (2016), este aspecto pode ser resolvido com o aumento da frequência de fornecimento da solução nutritiva, sem que haja desperdícios, visto que o grande volume de lixiviado produzido é recolhido e reutilizado no sistema fechado. Adicionalmente, o uso da casca de arroz *in natura* não exige licença ambiental para processamento, portanto se adapta para o produtor agrícola familiar que precisa de praticidade na produção.

Além disso, a casca de arroz *in natura* pode ser reutilizada em ciclos sucessivos sem prejuízos à produção e qualidade de frutos de minitomateiro *grape* (ROSA et al., 2016) e de pepineiro conserva (NEUTZLING, 2018). A prática da reutilização do substrato traz vários benefícios para o agricultor, principalmente, no

que se refere à economia da mão de obra. Além disso, pode beneficiar a cultura, em função da possível melhoria das propriedades físicas da casca de arroz *in natura* em relação à casca nova. Com relação à estrutura do sistema de cultivo fechado para hortaliças de fruto, existe a possibilidade de cultivar em vasos, dispostos dentro de canais de coleta e condução da solução drenada até o reservatório de solução nutritiva. Porém, pela continuidade da produção, os vasos tem baixa durabilidade devido ao ressecamento do material, o que, ao longo do tempo, aumenta os custos de instalação da cultura. Em função disso, acredita-se que o cultivo em calhas seja mais promissor para as condições de agricultores familiares. Neste sistema, o substrato é depositado diretamente em canais de cultivo com uma certa declividade.

Estudando os efeitos do tipo de sistema fechado para minitomateiro cultivado em substrato de casca de arroz *in natura*, Perin et al. (2018), encontraram melhor crescimento e produtividade no sistema de calhas, no entanto, maior concentração de açúcares nos frutos, no sistema de vasos.

Parte-se do pressuposto de que pelo sistema de calhas, as raízes podem se desenvolver mais facilmente alcançando maior superfície de absorção, o que na teoria proporciona maior aporte de nutrientes, resultando no aumento da produtividade (PERIN et al., 2018). No entanto, são desconhecidos estudos para atestar a influência do sistema de calhas na produtividade, bem como nas qualidades organolépticas dos frutos de minimelancia.

O modo de condução das plantas está associado ao planejamento desde a compra das sementes até a colheita. Atualmente, as sementes disponíveis para a produção de minimelancias são importadas, em sua maioria do Japão, e devido ao melhoramento genético empregado, chegam ao Brasil com alto custo para o produtor. Sendo assim, o aumento do número de hastes conduzidas por planta é uma opção que pode diminuir o número de plantas necessárias para determinada área de cultivo protegida, representando menor custo inicial e maior lucratividade ao fim do ciclo. Alguns resultados de pesquisa têm apontado que a condução das plantas com duas hastes é adequada para o meloeiro em ambiente protegido, possibilitando um maior rendimento e uma distribuição mais equilibrada dos fotoassimilados entre os órgãos das plantas (BARNI et al., 2003).

Assim, a condução de plantas de minimelancia em duas hastes, buscando-

se aumentar o espaçamento e diminuir a competição entre plantas, necessita ser testada. Adicionalmente, uma vez que a relação parte aérea/sistema radicular, possivelmente, se veja alterada ao aumentar-se o número de hastes da planta, as condições do meio radicular, como o sistema de cultivo em vasos ou em calhas, podem ter influência sobre as respostas das plantas.

Assim, as hipóteses deste trabalho são:

- O sistema de cultivo em calhas, preenchidas com substrato de casca de arroz *in natura*, possibilita um maior crescimento e, conseqüentemente, maior produtividade de plantas de minimelancia do que o cultivo em vasos, sem afetar de forma negativa a qualidade dos frutos;
- Plantas com duas hastes cultivadas com o dobro de espaçamento podem propiciar rendimento por unidade de área e qualidade de frutos semelhantes aos obtidos por plantas de haste única;
- A reutilização do substrato em segundo ciclo de cultivo melhora o crescimento e a produtividade das plantas de minimelancia;
- As respostas ao número de hastes, uma vez que o crescimento da planta é alterado, podem estar condicionadas ao sistema de cultivo empregado.

Busca-se com os estudos e pesquisas acadêmicos, apresentar alternativas ao produtor, de modo a obter produtividade com aproveitamento dos recursos naturais disponíveis, aliados ao baixo custo de produção, visando a permanência destes para as próximas gerações.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo geral

- Avaliar o cultivo de minimelancia em substrato de casca de arroz *in natura* com recirculação da solução nutritiva drenada.

2.3.2 Objetivos específicos

- Avaliar o crescimento e as respostas produtivas de plantas de minimelancia em função de dois sistemas de cultivo -vasos e calhas- e do número de hastes por planta;

- Verificar os efeitos da reutilização de casca de arroz *in natura*, proveniente de ciclo anterior, como substrato para produção de verão;

- Avaliar o desempenho da minimelancia em duas épocas de cultivo: primavera e verão.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho será realizado no Campo Didático do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Pelotas no Campus Capão do Leão, RS (31°52' S, 52°21' O, e 13 m de altitude). Para a realização do experimento, será utilizada estufa de cultivo com as seguintes dimensões: 10x21 m com cobertura plástica de polietileno de baixa densidade (150 µm de espessura). O manejo do ambiente da estufa será efetuado através da abertura e fechamento das janelas laterais às 8 horas e às 20 horas respectivamente. Em dias de baixas temperaturas, precipitação, ventos muito fortes ou alta umidade relativa do ambiente externo à estufa, esta será fechada parcial ou totalmente, dependendo das condições climáticas.

As mudas de minimelancia híbrido Beni Kodama (Horticeres®) serão produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 72 células, preenchidos com substrato Carolina Soil®, com uma semente cada. Após a emergência, a fertirrigação será realizada com solução nutritiva a 50% da concentração, por sub-irrigação. Quando as mudas alcançarem o estágio de 4 a 6 folhas definitivas serão transplantadas para os sistemas de cultivo em substrato.

Serão instalados 6 canais de cultivo de madeira (0,30 m de largura, 0,15 m de altura e 7,5 m de comprimento), dispostos em 3 linhas pareadas com distância entre linhas duplas de 1,2 m e distância entre linhas simples de 0,5 m, revestidos com filme plástico preto-branco, de modo a evitar o aquecimento da solução nutritiva e a proliferação de algas nas raízes das plantas, e o substrato empregado será casca de arroz *in natura* para todos os tratamentos. Em um primeiro experimento (outubro a dezembro de 2018), dois sistemas de cultivo serão avaliados: vasos e calhas. No primeiro sistema, serão empregados vasos preenchidos com 7 litros de substrato, com uma camada de 2 cm de brita média na base perfurada, de modo a facilitar a drenagem da solução nutritiva excedente à capacidade máxima de retenção de água do substrato; estes vasos serão colocados em canais, sobre suportes de ferro com altura máxima de 0,4 m, instalados de forma a proporcionar uma declividade de 3% para o escoamento da

solução nutritiva até um reservatório de fibra de vidro, com capacidade de 500 L, que será enterrado na extremidade de cota mais baixa dos canais de cultivo.

Para o sistema de cultivo em calhas, os canais serão preenchidos com casca de arroz *in natura*, formando-se uma camada de 10 cm de altura, totalizando um volume de substrato em cada calha será de 225 L. Nas primeiras horas após o transplante, o sistema de irrigação permanecerá funcionando ininterruptamente com o objetivo de evitar eventuais estresses hídricos às plantas. Após este período, a irrigação será acionada durante 30 minutos a cada 1 hora das 08h00min às 19h00min, totalizando 12 irrigações diárias. Durante a noite, será acionada uma única vez durante 15 min, às 03h. Um conjunto moto-bomba de $\frac{1}{4}$ HP, fixado em cada tanque, impulsionará a solução nutritiva para a extremidade de maior cota dos canais, através de um cano de PVC de $\frac{1}{2}$ polegada. A partir desse ponto, a solução nutritiva será fornecida através de mangueiras de polietileno e gotejadores direcionados para a base das plantas, com vazão de 1 L h^{-1} . A solução nutritiva drenada retornará para o reservatório, formando um sistema fechado.

O outro fator experimental a ser avaliado será o de condução das plantas em haste única e em 2 hastes. A densidade de plantas utilizada será de 2,9 plantas/ m^2 para as plantas de haste única e de 1,45 plantas / m^2 para as plantas de duas hastes. Serão feitas podas de limpeza, que se resumem à eliminação de folhas senescentes presentes na parte inferior da planta, e poda de condução em uma e duas hastes. Para cada planta de haste única será permitido o crescimento de 3 frutos, sendo conduzidas da seguinte forma: a partir da oitava axila foliar, será permitido o crescimento de hastes secundárias e a partir da décima primeira axila foliar será permitido o crescimento dos frutos, deixando-se uma distância de aproximadamente 3 a 4 hastes secundárias entre os frutos. Para obtenção das plantas com duas hastes, quando estas apresentarem entre 4 e 5 folhas definitivas, a haste primária será despontada, selecionando-se duas hastes secundárias para a condução da planta e permitindo-se o crescimento de 3 frutos por haste, totalizando 6 frutos por planta, sendo as hastes escolhidas, conduzidas da mesma forma que as plantas de haste única.

As plantas serão tutoradas através de telas de tutoramento apropriadas para este fim, e os frutos suspensos com o uso de redes plásticas fixadas às telas de tutoramento.

As plantas serão dispostas em linhas simples no canal, adotando-se o espaçamento de 0,40 m entre plantas, para as plantas de haste única, e 0,80 m entre plantas para as plantas com duas hastes.

No segundo experimento (janeiro a março de 2019), serão avaliados os efeitos da reutilização da casca de arroz *in natura* como substrato em segundo ciclo. Para isso, se manterá o sistema de cultivo que originar as melhores respostas das plantas no primeiro experimento. As plantas serão cortadas na altura do colo para a sua retirada, sem revolvimento do substrato. Os demais canais serão limpos e será instalado o sistema nos mesmos moldes, mas com casca de arroz nova. Também será avaliada a condução das plantas com uma e duas hastes.

A solução nutritiva será composta dos macroelementos na concentração (em mmol l⁻¹): 12,8 de NO₃⁻, 1,4 de H₂PO₄⁻, 2,0 de SO₄⁻², 0,8 de NH₄⁺, 6,0 de K⁺, 4,0 de Ca⁺² e 1,7 de Mg⁺² (REQUENA-GARCÍA, 1999). Os micronutrientes serão fornecidos de acordo com Casas-Castro (1999), na seguinte concentração (em mg/l⁻¹): 4,0 de Fe; 0,56 de Mn; 0,26 de Zn; 0,03 de Cu; 0,22 de Mo e 0,05 de B. A solução nutritiva e o pH serão monitorados diariamente por condutivímetro manual digital e pHmetro manual digital, respectivamente. A condutividade elétrica será mantida a 1,8 dS m⁻¹ e o pH mantido entre 6,0 e 7,0 através da adição de solução de correção a base de hidróxido de potássio (KON 1N) para aumentar o pH ou ácido sulfúrico (H₂SO₄) para diminuir o pH.

Na extremidade de cada canal de cultivo, serão instalados reservatórios para solução nutritiva e um conjunto moto-bomba, regulado para o seu funcionamento, através de um temporizador, com tempo de frequência de irrigação pré-estabelecidos, conforme crescimento e desenvolvimento da cultura e as condições atmosféricas. O fornecimento da solução nutritiva ocorrerá em sistema fechado, de forma que a baixa do nível de água e nutrientes da caixa será monitorada e os níveis serão repostos conforme a indicação acima citada quando a CE aumentar ou diminuir 20% ou o nível da caixa estiver 30 cm abaixo do nível, de forma a não comprometer o funcionamento do sistema moto-bomba.

O delineamento será em blocos ao acaso, com parcelas divididas, em esquema bifatorial 2x2, com quatro tratamentos e seis repetições. O fator sistema de cultivo, no primeiro experimento, e substrato, no segundo, será alocado na

parcela, que corresponderá a um canal de cultivo com 12 plantas. O fator número de hastes por planta será alocado na subparcela, contando com seis plantas. Duas repetições por subparcela serão consideradas, e cada experimento contará com 72 plantas.

Duas plantas por repetição serão avaliadas, excluindo-se as bordaduras. Com a finalidade de avaliar o crescimento de frutos individuais, serão realizadas observações referentes às datas de antese e colheita de frutos situados em axila a ser escolhida no transcorrer dos experimentos. O peso fresco e seco individual de cada um desses frutos por ocasião da colheita serão determinados, calculando-se as taxas de crescimento do fruto. A partir dos dados de matéria fresca, de número de frutos efetivamente colhidos e de densidade de plantio se determinarão os componentes do rendimento [peso médio de frutos e produtividade da cultura (g planta^{-1} e g m^{-2})].

Quanto aos parâmetros de qualidade de frutos, serão avaliados quanto ao teor de sólidos solúveis totais, acidez titulável, firmeza e coloração de polpa, realizadas pelo Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (FAEM/UFPEL). Ao final do experimento, as plantas serão cortadas na altura do colo e levadas para laboratório para avaliação da matéria fresca e seca.

Para avaliação das propriedades físicas dos substratos, serão analisados a porosidade total, densidade, capacidade de retenção de água e espaço de aeração ao início e ao final de ambos os experimentos. Quanto às propriedades químicas, serão avaliados a CE e o pH.

A temperatura e a umidade relativa do ar serão monitoradas por aparelho termohigrômetro digital instalado no centro da estufa de cultivo. Os dados de radiação solar global serão obtidos através da Estação Agroclimatológica de Pelotas, localizada, aproximadamente, a 100m do local dos experimentos.

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

2.5 RECURSOS NECESSÁRIOS

2.5.1 Tabela 1 - Material de consumo

Discriminação	Unidade	Quant.	Preço Unit.(R\$)	Preço Total (R\$)
Bandejas de poliestireno	-	2	5,00	10,00
Sementes	PCT	1	48,00	48,00
Saco de papel	PCT	10	3,70	37,00
Água sanitária (limpeza)	L	20	2,50	50,00
Malha de tutoramento	MT	200	1,50	300,00
Fertilizantes solúveis	-	-	-	230,00
Plástico dupla face	MT	6,50	15,00	99,45
Brita média	MT	2,5	73,00	146,00
Canos de pvc, junções, cola, etc.	-	-	-	200,00
Mangueira gotejadora	MT	50	0,45	22,25
Sub-total				1.142,70

2.5.2 Tabela 2 – Material Permanente

Discriminação	Unidade	Quant.	Preço Unit. (R\$)	Preço Total (R\$)
Moto-bomba ½ CV	-	2	118,00	236,00

2.5.3 Tabela 3 - Publicações

Discriminação	Unidade	Quant.	Preço Unit. (R\$)	Preço Total (R\$)
Insc. em congresso	-	1	300,00	300,00
Diárias	-	4,5	150,00	675,00
Sub-total (R\$)				975,00

2.5.4 Tabela 4 – Orçamento geral

Discriminação	Valor (R\$)
Material de consumo	1.142,70
Material permanente	335,60
Publicações	975,00
Sub-total	2.421,05
Imprevistos (10%)	242,10
Total	2.663,15

2.6 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DA PESQUISA

As atividades que serão feitas durante os anos 2018, 2019 e 2020 serão descritas nas tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

2.6.1 Tabela 5 – Atividades previstas para 2018

ATIVIDADES	2018									
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Revisão bibliográfica	X	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Organização da estufa					x					
Produção de mudas						x				
Instalação do experimento 1						X	x			
Condução do experimento 1						X	x	x	X	
Análise dos resultados										X

2.6.2 Tabela 6 – Atividades previstas para 2019

ATIVIDADES	2019											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Revisão bibliográfica	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x	X
Produção de mudas	x											
Instalação do experimento 2		x										
Condução do experimento 2		x	x	x								
Análise dos resultados				x	x							
Elaboração da dissertação					x	x	x	x	x	X	x	X

2.6.3 Tabela 7 – Atividades previstas para 2020

ATIVIDADES	2020		
	J	F	M
Revisão bibliográfica	x	X	x
Elaboração da dissertação	x	X	x

2.7 DIVULGAÇÃO PREVISTA

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

2.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARNI V.; BARNI N.A.; SILVEIRA J.R.P. Meloeiro em estufa: Duas hastes é o melhor sistema de condução. **Ciência Rural**. 33:1039-1043.

DUARTE, T.S., PEIL, R.M.N., BACCHIS, S., STRASSBURGER, A.S. Efeito da carga de frutos e concentrações salinas no crescimento do meloeiro cultivado em substrato. **Horticultura Brasileira**, V.26, P.348-353, 2008.

FONTES, P.C.R.F.; GUIMARÃES, T.G. Manejo dos fertilizantes nas culturas de hortaliças cultivadas em solo, em ambiente protegido. In: OLIVEIRA, V.R.; SEDIYAMA, M.A.N. Cultivo protegido de hortaliças em solo e hidroponia. Informe agropecuário, Belo Horizonte, V.20, N.200- 201, P.1266-133, 1999.

MARQUES, G. N., PEIL, R. M. N., PERIN, L., CARINI, F., ROMBALDI, C. V. Growth, yield and phytochemical characterization of small watermelon varieties in hydroponics. **Journal of experimental agriculture international**. 23(2):P.1-10, 2018.

NEUTZLING, Cristiane. **Reutilização de substrato de casca de arroz *in natura* em sistema de calhas com recirculação do lixiviado para cultivo de híbridos de pepineiro conserva**. 2018. 99f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2018.

PEIL, R. M. N.; ROSA, D. S. B.; HOHN, D.; WEITH, A. R.; MARQUES, G.N. Casca de arroz *in natura* como substrato em sistema com recirculação da solução

nutritiva: 15 anos de pesquisa na Universidade Federal de Pelotas. In: OLIVEIRA, Jorge L.B.; MINUZZI, Rosandro B. (Org.) Avanços no cultivo Hidropônico de hortaliças de folhas e frutos. Florianópolis: Contexto, 2016. P. 58-65.

PERIN, L.; PEIL, R. M. N.; HÖHN, D.; ROSA, D. S. B.; WIETH, A. R.; GROLLI, P. R. Trough and pot crop systems with leaching recirculation and defoliation levels for mini tomatoes. **Acta Scientiarum. Technology** (Online), v. 40, p. 1-8, 2018.

REQUENA, G. **Cultivo 34hidropónico de la sandía**, in: FERNÁNDEZ, M.F.; GÓMEZ, I.M.C. Cultivos sin suelo II. Dirección general de investigación y formación para investigación agraria en la provincia de almería/ caja rural de Almería (edits). Curso superior de especialización, v.5, p.573-579, 1999.

ROSA, D. S. B.; PEIL, R. M. N. PERIN, L.; HOHN, D.; WEITH, A. R.; GROLLI, P. R. Reutilização de substrato de casca de arroz e número de hastes para o tomateiro *grape* em sistema com recirculação da solução nutritiva. P.73-76. Em: ANAIS DE RESUMOS EXPANDIDOS DO XI ENCONTRO BRASILEIRO DE HIDROPONIA E III SIMPOSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA. Florianópolis, 2016, p.73-76.

VILELA N.J; AVILA A.C; VIEIRA J. V. **Dinâmica do agronegócio brasileiro da melancia: produção, consumo e comercialização**. Circular Técnica – Embrapa Hortaliças. 42:1-12.2006.

3 RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO

- **Primeiro experimento (ciclo primavera-verão 2018/2019): Cultivo de plantas de minimelancia com uma e duas hastes em sistemas de vasos e de calhas**

Antes de dar início ao primeiro experimento, em setembro de 2018, foi realizada a limpeza e a organização da estufa, troca da rafia de solo, abertura dos buracos no solo para alocação dos reservatórios de solução nutritiva e a separação e contagem dos canais de cultivo e tubulações já existentes, bem como a compra dos materiais faltantes, necessários à montagem dos experimentos.

A semeadura do híbrido Beni Kodama (Horticeres®) foi realizada em 18 de setembro de 2018, sendo colocada uma semente por célula em bandejas de poliestireno preenchidas com o substrato comercial Carolina Soil®. As bandejas foram alocadas em um floating com um filme de 5 cm de água, garantindo assim a umidade do substrato. Após 24 dias da semeadura, passou-se a utilizar-se solução nutritiva indicada para a cultura da melancia na condutividade elétrica de $0,9 \text{ dSm}^{-1}$ e o pH mantido em 6,0.

Durante o período de crescimento das mudas, o sistema de cultivo foi preparado, começando-se pela colocação das calhas nas distâncias pré-estabelecidas, sendo estas revestidas internamente com plástico dupla face preto e branco, a fim de promover a sua impermeabilização.

No sistema de vasos, os recipientes foram devidamente higienizados e, aproximadamente, 2 cm de brita foi colocada no fundo. Na sequência, os vasos foram preenchidos com casca de arroz *in natura* e, então, alocados dentro das calhas. No sistema de calhas, a casca de arroz *in natura* foi disposta diretamente nos canais, sendo que na extremidade inferior da calha foi colocada uma tela de proteção de modo a evitar a saída da casca do sistema e caída da mesma no reservatório. Após a alocação do substrato nos dois sistemas, foi efetuada a lavagem do mesmo, com irrigação constante por uma semana e logo após, substituída a água do reservatório para início do cultivo.

O sistema de cultivo empregado foi formado por 6 calhas de madeira (3 para cada sistema), alocadas sobre cavaletes de madeira com declividade de 4%, sobre o substrato foi disposta a mangueira com gotejadores espaçados em 20 cm e vazão de 1,6 litros/hora. Os canais de cultivos foram dispostos em pares (um de cada sistema

por par) Cada sistema de cultivo contava com uma bomba de $\frac{1}{2}$ CV, um reservatório de solução e uma rede de coleta e condução do drenado.

Neste período, também foram preparadas as soluções estoques concentradas 200 vezes, de macro e micronutrientes, que foram armazenadas em galões de 30L revestidos com papel alumínio e reservados à sombra, de modo a evitar o aquecimento da solução, sendo estas empregadas no decorrer do ciclo de cultivo.

Com relação ao sistema de tutoramento das plantas, foram enterradas 3 varas de bambu ao lado de cada canal, às quais foram amarrados arames de ponta à ponta, a fim de prender a rede de tutoramento até a altura de 2,40 m.

No dia 25 de outubro de 2018, foi realizado o sorteio das subparcelas e as mudas já prontas (com 4 a 6 folhas definitivas) foram transplantadas para os canais de cultivo. Foram empregadas 72 plantas ao todo, em 12 subparcelas de 6 plantas cada, 3 para cada tratamento, totalizando 4 tratamentos (sistema de vasos e condução em haste única, sistema de vasos e condução em duas hastes, sistema de calhas e condução em haste única, sistema de calhas e condução em duas hastes. As plantas que foram conduzidas em haste única foram dispostas no espaçamento de 40 cm formando uma população de 2,9 plantas/m² e as plantas que foram conduzidas em duas hastes foram dispostas no espaçamento de 80 cm, formando uma população de 1,45 plantas/m²).

A partir do primeiro dia de cultivo, as plantas foram acompanhadas constantemente a fim de observar o processo de pegamento. Nos primeiros quatro dias, foi fornecida solução nutritiva à concentração de 0,9 dS m⁻¹. Após este período, passou-se a fornecer solução nutritiva na condutividade elétrica de 1,8 dS m⁻¹ recomendada para a cultura da melancia, a qual foi mantida até o final do experimento. Além disso, começou-se a fazer a avaliação do volume de solução nutritiva consumida pelas plantas, através da medição da altura da lâmina de água nos reservatórios (feita por régua graduada), sempre pela manhã, antes da primeira irrigação. Sempre que necessário, era adicionado ácido fosfórico à solução para manter o pH na faixa de 5,5 a 6,5. A irrigação foi regulada através de temporizadores ligados entre a bomba e o sistema elétrico. Os intervalos de irrigação foram ajustados conforme a drenagem do substrato e conforme a necessidade e fase fenológica da cultura para ambos os sistemas.

Na segunda semana do mês de novembro, foi realizada a poda de condução nas plantas de duas hastes, bem como a retirada das brotações laterais até o 8º nó e a retirada das flores femininas das hastes principais por várias vezes, para favorecer o crescimento vegetativo, bem como duas caixas de abelha mandaçaia (sem ferrão) foram colocadas dentro da estufa, para facilitar a polinização.

Na última semana de novembro, alguns frutos já estavam em tamanho ideal para colocação das redes de sustentação de frutos e na primeira semana de dezembro foi feita a despona das plantas que atingiram a altura máxima do sistema de tutoramento, assim como o corte das hastes laterais, deixando-se uma folha após o fruto e os demais ramos não produtivos no mesmo comprimento.

Na segunda semana de dezembro, foram observadas algumas plantas com pulgões. Foi feita a aplicação de óleo de neen na dosagem de 5 ml/ litro. Além disso, aplicações localizadas de detergente líquido dissolvido em água foram feitas uma vez por semana para ajudar no controle do inseto. Na mesma semana, foi observada a ocorrência de mancha de cercóspera, causada pelo fungo *cercóspera citrullina* em algumas folhas basais das plantas. Para o seu controle foi feita apenas a retirada das folhas mais atacadas.

No dia 15 de dezembro, a irrigação foi reajustada nos dois sistemas, diminuindo-se a intensidade para aumentar o teor de brix dos frutos. Os frutos foram colhidos à medida em que observou-se que a gavinha pertencente a axila foliar do fruto estava seca. Os frutos foram colhidos e o peso registrado. Os primeiros frutos foram colhidos no dia 23 de dezembro, e o ápice da colheita foi no dia 31 de dezembro, sendo os últimos frutos colhidos no dia 10 de janeiro. Um fruto por bloco foi reservado para as análises de teor de sólidos solúveis, acidez titulável e massa seca. Após o término da colheita, no dia 14 de janeiro, uma planta de cada repetição foi retirada e separada em folhas e caule. A área foliar foi avaliada e na sequência folhas e caules foram pesados para determinação de massa fresca e seca em estufa a 65°C, até peso constante. As partes vegetativas oriundas de podas de crescimento realizadas anteriormente foram somadas à fração da planta correspondente. No dia em que as plantas foram retiradas do experimento, três amostras de substrato de cada tratamento foi coletada para envio ao Laboratório de Análise de Substrato da UFRGS, para a realização das análises das propriedades químicas e físicas.

- **Segundo experimento (ciclo verão-outono 2019): Reutilização de substrato para o cultivo de plantas de minimelancia com condução em haste única e duas hastes**

A semeadura foi realizada em 17 de janeiro de 2019, repetindo-se o mesmo procedimento da semeadura anterior, o transplante realizou-se no dia 10 de fevereiro e a partir de então, passou-se a acompanhar diariamente o pegamento das mudas. Na primeira semana pós-transplante, o desenvolvimento das plantas foi lento. Isso ocorreu, principalmente, nos canais preenchidos com substrato novo, nos quais observou-se o menor crescimento e desenvolvimento das plantas quando comparado ao substrato reutilizado do cultivo anterior, o que se atribui às altas temperaturas do período, associadas à menor capacidade de retenção de água da casca nova em relação à reutilizada. Observou-se que nos períodos mais quentes do dia, as plantas enrolavam as folhas, como forma de diminuição da área foliar, de modo a reduzir a perda de água pela transpiração. Sendo assim, optou-se por alterar a quantidade de irrigações fornecidas durante o dia, aumentando-se a frequência de irrigação para o substrato de primeiro uso, e mantendo a frequência na casca de arroz reutilizada. Assim, para a casca de arroz reutilizada utilizou-se a frequência de hora em hora, sendo o sistema acionado durante 15 minutos e desligado 45 minutos a cada hora, totalizando 11 irrigações por dia. Para a casca de arroz nova, a solução nutritiva passou a ser fornecida a cada 15 min, com paradas de 30 min, sendo acionada a bomba duas vezes a cada hora e meia, totalizando 15 irrigações diárias.

Ao fim do primeiro mês de cultivo, já observou-se a presença de pulgões e foi feita a aplicação de óleo de neem para controle, bem como a retirada de folhas atacadas. Observou-se também a presença de trips nas folhas, o que foi confirmado através de microscopia. Para o controle, foi aplicado o produto Delegate 260W® uma única vez, o que foi suficiente para controlar a incidência do inseto.

Assim como no primeiro experimento, foram realizados todos os tratos culturais necessários ao adequado desenvolvimento das plantas (podas de crescimento e de limpeza, condução e tutoramento das plantas e suspensão dos frutos). As mesmas avaliações descritas para o experimento de primavera-verão foram realizadas durante todo o período experimental de verão-outono, sendo o experimento encerrado na data de 23/04/2019.

4 ARTIGO I: Produção e partição de biomassa como ferramenta para avaliar o crescimento de plantas de minimelancia no sistema de calhas com substrato de casca de arroz *in natura*

(a ser submetido à Revista Scientia Horticulturae)

Resumo

Este trabalho apresenta um novo sistema de cultivo sem solo para a cultura da minimelancia, que pretende ser uma alternativa de baixo custo ao cultivo em vasos. O sistema caracteriza-se pelo uso de substrato de casca de arroz *in natura*, o qual é depositado diretamente em calhas, sendo a solução nutritiva recirculante. Tratando-se de um novo sistema de cultivo, é importante adequar a condução da cultura e gerar informações sobre o manejo e o comportamento das plantas nesta condição. Está embasado na premissa de que a produção e a partição de massa seca entre os diferentes órgãos da planta representa a eficiência do processo fotossintético e, portanto, define a produtividade, sendo uma ferramenta útil para avaliar a adequação da cultura ao novo sistema. Especificamente, estudou-se como o sistema de calhas, frente ao cultivo em vasos, o tempo de uso do substrato e a forma de condução das plantas em haste única ou em duas hastes podem alterar a produção e partição de massa seca e a produtividade de plantas de minimelancia. O trabalho foi constituído por dois experimentos, no experimento 1 (primavera/verão), as plantas foram cultivadas em calhas e em vasos, preenchidos com a casca de arroz *in natura* e conduzidas em uma e duas hastes. No experimento 2 (verão/outono), foram comparados substratos de primeiro e segundo uso e, igualmente ao experimento 1, foram avaliadas a condução das plantas. Os resultados obtidos no experimento 1 indicam que o sistema de cultivo em calhas não afetou a produção e distribuição de biomassa das plantas em relação ao cultivo em vasos. No experimento 2, o substrato de 1º uso afetou negativamente a produção de biomassa das plantas, com redução na ordem de 184% em relação ao substrato de 2º uso, bem como a partição de massa seca destinada aos frutos teve redução na ordem de 30%. As plantas de duas hastes apresentaram maior produção de massa seca, porém não superaram o crescimento por unidade de área das plantas de uma haste, em ambos experimentos. No entanto, este fator não afetou a partição de massa seca. No experimento 1, a partição de massa seca destinada aos frutos foi de 74,9%, já no experimento 2, a proporção de massa seca destinada aos frutos foi de em, média, de 63,3%.

Palavras-chave: *Citrullus lanatus* L. Cultivo em vasos. Reutilização do substrato. Número de hastes. Cultivo sem solo.

Abstract

This paper presents a new soilless cultivation system for a mini watermelon crop, which aims to be a low-cost alternative to pot cultivation. The system is characterized by the use of fresh rice husk substrate, which is deposited directly in troughs, being the recirculating nutrient solution. In the case of a new cropping system, it is important to adapt the crop management and to generate information about the management and behavior of the plants in this condition. It is based on the premise that dry mass production and partition between the different plant organs represent the efficiency of the photosynthetic process and therefore define the productivity, being a useful tool to evaluate the suitability of the crop to the new system. Specifically, it was studied how the troughs system against pot cultivation, the time of substrate use and the way of conducting the plants in one or two stems can change the production and partition of dry mass and plant productivity de mini watermelon. The work consisted of two experiments, in experiment 1 (spring/summer), the plants were cultivated in troughs and pots, filled with fresh rice husk and conducted on one and two stems. In experiment 2 (summer/fall), first one use and second use substrates were compared and, similarly to experiment 1, plant conduction was evaluated. The results obtained in experiment 1 indicate that the trough system did not affect plant biomass production and distribution in relation to pot cultivation. In experiment 2, the substrate use first one negatively affected the plant biomass production, with a reduction of 184% compared to the substrate second use, as well as the dry mass partition destined to fruits had a reduction of 30%. The plants with two stems presented higher dry mass production, but did not exceed the growth per unit area of plants of one stem in both experiments, however, this factor did not affect the dry mass partition. In experiment 1, the fruit dry matter partition was 74.9%, while in experiment 2, the fruit dry mass partition was on average 63.3%.

Keywords: *Citrullus lanatus* L. Pots cultivation. Substrate reuse. Number of stems. soilless cultivation.

Introdução

A melancia no Brasil ainda é cultivada, majoritariamente no campo, porém, há algum tempo, vêm crescendo os cultivos de minimelancia em ambiente protegido.

Neste ambiente, como forma de aumentar a eficiência do uso da área, as plantas são conduzidas no sistema vertical, o que pode gerar produtividade três vezes superior à obtida em cultivos rasteiros (CAMPAGNOL et al., 2016). Adicionalmente, no ambiente protegido, vem aumentando o cultivo de hortaliças de frutos em substrato, entre estas, a minimelancia. No entanto, o sistema mais adotado é o de cultivo em vasos, normalmente com substratos comerciais ou misturas preparadas na propriedade, com drenagem livre, o que implica em alto custo e elevada contaminação ambiental (PEIL & SIGNORINI, 2018).

Este trabalho propõe um novo sistema de cultivo sem solo para a cultura da minimelancia, que pretende ser uma alternativa de baixo custo ao cultivo em vasos. O sistema caracteriza-se pelo uso de substrato de casca de arroz *in natura*, o qual é depositado diretamente em calhas, sendo a solução nutritiva recirculante. Tratando-se de um novo sistema de cultivo, é importante adequar a condução da cultura e gerar informações sobre o manejo e o comportamento das plantas nesta condição.

De modo geral, o sucesso da produção de uma hortaliça de frutos está condicionado à otimização dos componentes do rendimento, número e massa média de frutos colhidos por unidade de área, o que depende de um adequado crescimento da planta. Os aspectos relacionados ao crescimento podem ser definidos como a produção e a partição de biomassa (matéria fresca e seca) entre os diferentes órgãos de uma planta (MARCELIS, 1993). O que determina o volume do fluxo de fotoassimilados para um dado órgão dreno é a distribuição diferencial de fotoassimilados no interior da planta, denominada partição (TANAKA & FUGITA, 1979). Segundo Martins et al. (1998) a interação estabelecida entre planta, ambiente e práticas fitotécnicas condiciona as respostas fisiológicas, representadas pela produção e distribuição de massa seca, e agronômicas, representadas pela produção de massa fresca de frutos.

De modo geral, algumas tomadas de decisão, como, por exemplo, a escolha do espaçamento (RODRIGUES, 2012), o número de hastes da planta (CAMPAGNOL et al., 2016), o sistema de cultivo escolhido (PERIN et al., 2018) e o tempo de uso do substrato (NEUTZLING, 2018) podem alterar o padrão de crescimento das plantas. A avaliação da produção e da partição de biomassa seca entre os diferentes órgãos da planta representa a eficiência do processo fotossintético e, portanto, é uma ferramenta útil para avaliar a adequação da cultura a um novo sistema de cultivo e a um

determinado manejo fitotécnico.

Pode-se supor que aspectos relacionados ao crescimento das plantas, como por exemplo, a partição de massa seca destinada aos frutos, seja alterado de acordo com as características físicas do meio de cultivo, que afetam a absorção de água e de nutrientes minerais e que dependem do próprio sistema (PERIN et al., 2018) e estão sujeitas a modificações em função do tempo de uso do substrato. Perin et al. (2018), estudando os sistemas de calhas e vasos, observaram que o primeiro proporcionou uma maior distribuição de massa seca para os frutos de minitomateiro.

Considerando que plantas de melancia com duas hastes desenvolvem maior área foliar (CAMPAGNOL et al., 2016; GOMES et al., 2019), é de se esperar que haja modificações no fluxo de fotoassimilados nestas plantas, possivelmente ocasionadas também, segundo Taiz e Zeiger (2017), pela alteração dos caminhos de translocação dos produtos da fotossíntese. Campagnol et al. (2016) observaram que plantas de duas hastes apresentaram maior produção de massa seca dos órgãos vegetativos, porém, a produção de frutos não foi afetada.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi estudar como o sistema de calhas frente ao cultivo em vasos, o tempo de uso do substrato de casca de arroz *in natura* e a forma de condução das plantas em haste única ou em duas hastes podem alterar a produção e a partição de biomassa de plantas de minimelancia.

Material e Métodos

Dois experimentos consecutivos foram realizados no período de setembro de 2018 a abril de 2019 em estufa plástica modelo “teto em arco” disposta no sentido Norte-Sul, revestida com filme de polietileno de baixa densidade (150 µm de espessura), com as dimensões de 10x21 m (210 m²) e um pé direito lateral de 3,5 m, localizada no Campo Experimental Didático do Departamento de Fitotecnia (DFt) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), no Campus Capão do Leão – RS (31°52' S, 52°21' O, e 13 m de altitude) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). O clima da região, segundo a classificação de Kopeen, é Cfa – subtropical úmido com verões quentes, sem estação seca definida.

A abertura das cortinas laterais para ventilação do ambiente era realizada diariamente às 8h e o fechamento às 20h, sendo, porém, condicionada às condições climáticas do dia. A temperatura foi monitorada por aparelho termohigrômetro digital instalado no centro da estufa de cultivo. Os dados de radiação solar global foram

obtidos através da Estação Agroclimatológica da UFPel, localizada a 1000 m do local de realização dos experimentos.

As mudas de minimelancia híbrido Beni Kodama (Horticeres®) foram semeadas no dia 18 de setembro de 2018 por ocasião do experimento 1, e em 17 de janeiro de 2019, por ocasião do experimento 2, em bandejas de poliestireno expandido de 72 células, preenchidos com substrato Carolina Soil®, com uma semente cada. Após a emergência, foi realizada sub-irrigação com solução nutritiva recomendada para a cultura da melancia, a 50% da concentração, e quando as mudas alcançaram o estágio de 4 a 6 folhas, foram transplantadas para os sistemas de cultivo em substrato.

A base para instalação dos sistemas de cultivo foi composta por seis canais de madeira (0,30 m de largura, 0,15 m de altura e 7,5 m de comprimento), dispostos em três linhas pareadas, com distância entre linhas duplas de 1,2 m e distância entre linhas simples de 0,5 m. Para fins de impermeabilização, os canais foram revestidos internamente com filme plástico preto-branco, de modo, também, a evitar o aquecimento da solução nutritiva e a proliferação de algas. Cada três canais de cultivo foram alimentados por um reservatório de fibra de vidro, com capacidade de 500 L, que foi enterrado na extremidade de cota mais baixa do sistema. O substrato empregado foi casca de arroz *in natura*, sem qualquer tratamento prévio.

Os sistemas de cultivo eram do tipo “fechado” e promoviam a coleta e recirculação da solução nutritiva drenada. A solução nutritiva foi fornecida às plantas através de um conjunto moto-bomba de ½ CV, fixado na extremidade mais baixa de cada reservatório, ligado a um cano de PVC de ½ polegada e a partir desse ponto, através de mangueiras de polietileno e gotejadores direcionados para a base das plantas, com vazão de 1,6 L h⁻¹.

A solução nutritiva foi composta dos macronutrientes na concentração (em mmol l⁻¹): 12,8 de NO₃⁻, 1,4 de H₂PO₄⁻, 2,0 de SO₄⁻², 0,8 de NH₄⁺, 6,0 de K⁺, 4,0 de Ca⁺² e 1,7 de Mg⁺² (REQUENA-GARCÍA, 1999). Os micronutrientes foram fornecidos de acordo com Casas-Castro (1999), na seguinte concentração (em mg/l⁻¹): 4,0 de Fe; 0,56 de Mn; 0,26 de Zn; 0,03 de Cu; 0,22 de Mo e 0,05 de B. A solução nutritiva e o pH foram monitorados diariamente por condutivímetro manual digital e pHmetro manual digital, respectivamente. A condutividade elétrica foi mantida a 1,8 dS m⁻¹ e o pH mantido entre 6,0 e 7,0 através da adição de solução de correção à base de

hidróxido de potássio (KON 1N) para aumentar o pH ou ácido sulfúrico (H₂SO₄) para diminuir o pH.

No experimento 1 (25 outubro de 2018 a 14 janeiro de 2019), foram avaliados dois sistemas de cultivo: vasos e calhas.

No sistema de vasos, cada um recebeu uma camada de, aproximadamente, 2 cm de brita média na base e, logo acima, foram preenchidos com casca de arroz *in natura*. Os vasos foram alocados dentro dos canais de madeira, sobre suportes com declividade de 3% para o escoamento da solução nutritiva. Já para o sistema de calhas, os canais de cultivo foram diretamente preenchidos com casca de arroz *in natura*.

O segundo fator experimental avaliado foi a condução das plantas: em haste única e em duas hastes. As plantas de uma haste foram conduzidas da seguinte forma: a partir da 8^o axila foliar, foi permitido o crescimento de hastes secundárias e a partir da 11^o axila foliar foi permitido o crescimento dos frutos, deixando-se uma distância de, aproximadamente, 3 a 4 hastes secundárias entre os frutos. Para obtenção das plantas com duas hastes, quando estas apresentaram entre 4 e 5 folhas definitivas, a haste primária foi despontada, selecionando-se duas hastes secundárias, sendo estas conduzidas da mesma forma que as plantas de haste única. Para ambas as formas de condução, foi permitido o crescimento de 3 frutos por haste principal.

As plantas foram dispostas em linhas simples no canal, adotando-se o espaçamento de 0,40 m entre plantas, para as plantas de haste única, e 0,80 m entre plantas para as plantas com duas hastes. A densidade de plantas foi de 2,9 plantas/m² para as plantas de haste única e de 1,45 plantas/m² para as plantas de duas hastes, em ambos os casos a densidade de hastes foi de 2,9 hastes m⁻². No sistema de vasos, o volume de substrato disponível para cada planta foi de 7 L/planta, tanto para plantas de uma haste, como para plantas de duas hastes. Considerando-se o volume de 225 L de substrato para 12 plantas em cada calha, neste sistema, o volume de substrato disponível foi de 12,5L/ planta para plantas de haste única e de 25L/ planta, para plantas de duas hastes. As plantas foram tutoradas através de telas de tutoramento apropriadas para este fim, e os frutos suspensos com o uso de redes plásticas fixadas às telas.

No experimento 2 (10 de fevereiro a 23 de abril de 2019), foram avaliados os efeitos da reutilização da casca de arroz *in natura* como substrato em segundo ciclo e

a condução das plantas em uma e duas hastes, nos mesmos moldes do cultivo anterior.

Os vasos foram retirados e casca nova foi adicionada diretamente aos canais onde, anteriormente, foi realizado o cultivo em vasos. Nos outros três canais, as plantas foram cortadas na altura do colo para a sua retirada, sem revolvimento do substrato para a sua reutilização. Desta maneira, constituíram-se as parcelas referentes aos substratos de 1º e 2º uso.

Nos dois experimentos, o delineamento foi em blocos ao acaso, com parcelas divididas em esquema bifatorial 2x2, com quatro tratamentos e seis repetições. O fator sistema (vasos e calhas; Experimento 1) ou tempo de uso do substrato (1º e 2º uso; Experimento 2) foi alocado na parcela e a condução (uma e duas hastes) na subparcela, Havia duas repetições em cada subparcela. Uma planta de cada repetição foi selecionada e marcada ao início dos experimentos.

Para as medidas referentes ao crescimento das plantas, ao término dos experimentos, as plantas marcadas foram coletadas e divididas em frações correspondentes às folhas, caules e frutos para obtenção da massa fresca (MF) e da massa seca (MS). Os frutos foram colhidos e pesados para obtenção dos dados de MF de frutos por planta e por unidade de área, bem como as demais frações para obtenção da MF total por planta e por unidade de área e índice de colheita (IC), representado pela proporção da massa fresca da planta destinada aos frutos, definida pela MF de frutos dividida pela MF total da planta.

Foram contabilizados também o número de folhas, bem como mensurada a área foliar (através de um aparelho medidor de área foliar, modelo LI-3100C (LICOR®), determinando-se a área foliar (AF) por planta.

Na sequência, as diferentes frações foram secas em estufa de secagem a 65 °C até peso constante para obtenção da massa seca (MS). As folhas e caules oriundos das desbrotas e desfolhas antecipadas, assim como os frutos colhidos durante o processo produtivo, foram incorporados às frações correspondentes.

A partir dos dados obtidos, foram calculados a produção e a partição de massa seca entre os diferentes órgãos da planta, bem como índice de área foliar (IAF: área de folhas/área de solo).

Foram enviadas ao Laboratório de Análise de Substratos da UFRGS, amostras dos substratos oriundos dos tratamentos, ao início (zero dia após transplante/ DAT) e

ao final dos dois experimentos (81 DAT e 72 DAT, respectivamente). Foram analisadas as seguintes propriedades físicas dos substratos: porosidade total (PT), capacidade de retenção de água a 10 cm de profundidade (CRA), espaço de aeração (EA) e água facilmente disponível (AFD). A densidade foi realizada através do Método da Auto-compactação (HOFFMANN, 1970) e as curvas de retenção de água nas tensões de 0; 10; 50 e 100 hPa, foram determinadas em funis de tensão, conforme os princípios de De Boodt e Verdonck (1972). Foram avaliadas as seguintes propriedades químicas dos substratos: condutividade elétrica (CE) e potencial hidrogeniônico (pH).

Tabela 1 - Análises físicas e químicas do substrato de casca de arroz in natura (CAIN) antes (0 DAT) e após o cultivo de minimelancia em sistema de calhas e vasos (81 DAT) e substrato de 1º e 2º uso (72 DAT). Pelotas, UFPel, 2019.

	CAIN	Sistema (81 DAT)		Substrato (72 DAT)	
	(0 DAT)	Calhas	Vasos	1º uso	2º uso
CRA10 (%)	7,9	15,6	10,7	10,0	12,4
DS (kg m ⁻³)	107,4	82,7	80,3	80,4	80,3
PT (%)	66,7	78,8	72,9	68,8	74,7
EA (%)	59,8	63,2	61,7	58,8	62,3
AFD (%)	0,3	3,1	2,1	2,0	1,9
AR (%)	7,6	12,4	9,1	7,9	10,4
CE (mS cm ⁻¹)	0,12	0,06	0,12	0,08	0,14
pH (H ₂ O)	6,3	6,7	6,3	6,2	5,6

CRA10: capacidade de retenção de água a 10 cm de profundidade; DS: densidade seca; PT: porosidade total, EA: espaço de aeração; AFD: água facilmente disponível; AR: água remanescente. CE: condutividade elétrica e pH: potencial hidrogeniônico

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) através do software estatístico Sisvar®.

Resultados

A análise de variância indicou que não houve interação significativa entre os fatores sistema de cultivo x número de hastes para nenhuma das variáveis analisadas no experimento 1. Já, a análise de variância dos dados do experimento 2 indicou interação significativa entre os fatores tempo de uso do substrato x número de hastes/planta somente para as variáveis AF/planta, produção de MS de frutos e MS total da planta.

O sistema de cultivo de calhas não alterou nenhuma das variáveis relacionadas ao crescimento e à produção de frutos das plantas de minimelancia em relação ao

cultivo em vasos (Tabelas 2, 3 e 4).

Já, a reutilização do substrato de casca de arroz *in natura*, avaliada no experimento 2, proporcionou uma resposta positiva da cultura em relação a todas as variáveis analisadas (Tabelas 2, 3 e 4), com exceção dos valores de AF das plantas de haste única e do IAF, cujas diferenças não foram significativas (Tabela 4).

Com relação ao fator número de hastes, analisado nos dois experimentos, as respostas não foram homogêneas para os dois experimentos. As plantas de duas hastes tiveram média superior de MS de folha em ambos experimentos (87,51 e 58,75 g/planta, respectivamente) (Tabela 2).

Tabela 2 - Efeito do sistema de cultivo (experimento 1), do tempo de uso do substrato de casca de arroz *in natura* (experimento 2) e do número de hastes da planta (experimentos 1 e 2) sobre as variáveis de massa seca (g planta⁻¹ e g m⁻²) de folhas, caule, frutos, e total em minimelancia. Pelotas, UFPel, 2019.

	Massa seca/ planta (g planta ⁻¹)				Massa seca/ m ² (g m ⁻²)			
	Folhas	Caules	Frutos	Total	Folhas	Caules	Frutos	Total
Experimento 1: sistema x número de hastes								
Sistema								
Calhas	74,6ns	52,0ns	362,3ns	488,9ns	155,3ns	117,2ns	767,9ns	1040,4ns
Vasos	78,5	54,0	410,2	544,7	161,6	114,8	886,2	1162,6
Hastes								
1	65,5b*	54,1ns	366,2ns	485,8ns	190,0a	156,8a	1061,8a	1408,7a
2	87,5a	51,9	408,4	547,8	126,9b	75,2b	592,2b	794,3b
CV (%)	21,5	29,2	29,1	23,8	27,3	28,0	29,45	25,47
Experimento 2: substrato x número de hastes								
Substrato								
1º uso	34,1b*	24,9b			71,4b	53,9b	141,4b	266,6b
2º uso	68,0a	43,4a			139,5a	90,0a	513,2a	742,6a
Hastes								
1	43,3b	30,6b			125,7a	88,5a	377,1a	591,4a
2	58,8a	37,8a			85,2b	54,8b	277,4b	417,4b
CV (%)	20,7	18,3			23,6	19,5	32,6	23,4
MS Frutos (g planta⁻¹)								
Hastes	1º uso		2º uso		MS Total (g planta ⁻¹)			
	1º uso		2º uso		1º uso		2º uso	
1	59,3 b A**		200,8 a B		113,4 b A		294,4 a B	
2	76,5 b A		306,2 a A		140,3 b A		435,4 a A	
CV (%)	28,95				21,54			

Médias seguidas por "ns" não apresentam diferença significativa ($P > 0,05$), para cada fator avaliado.

*Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si ($P < 0,05$), para cada fator avaliado;

**Médias seguidas por letra minúscula na linha referem-se ao fator substrato, e médias seguidas por letra maiúscula na coluna referem-se ao fator número de hastes.

No experimento 1, não houve diferenças entre plantas de uma e duas hastes quanto à produção de MS de caule, frutos e total da planta (Tabela 2).

No experimento 2, as plantas com duas hastes apresentaram, na média, maior MS de caule (37,8 g/planta, frente a 30,6 g/planta das plantas de haste única). Porém, apresentaram maior produção de MS de frutos planta⁻¹ e MS total da planta somente quando cultivadas em substrato de 2º uso (Tabela 2). Em substrato novo, não foram observadas diferenças entre plantas de uma e duas hastes para estas duas últimas variáveis (Tabela 2).

Com relação à partição proporcional de MS entre os diferentes órgãos aéreos das plantas (Tabela 3), no experimento 1, a distribuição de MS para as folhas foi beneficiada em plantas de duas hastes, em detrimento do caule. Isso ocorreu em função da maior produção de MS das folhas (Tabela 2), sem haver interferência na fração destinada aos frutos (Tabela 3).

Tabela 3 - Efeito do sistema de cultivo (experimento 1), do tempo de uso do substrato de casca de arroz in natura (experimento 2) e do número de hastes da planta (experimentos 1 e 2) sobre a partição de massa seca (%) entre órgãos aéreos de plantas de minimelancia. Pelotas, UFPel, 2019.

Partição de massa seca (%)			
	Folhas	Caules	Frutos
Experimento 1: sistema x número de hastes			
Sistema			
Calhas	15,25 ns	10,63 ns	74,12 ns
Vasos	14,4	9,91	75,82
Nº hastes			
1	13,49 b*	11,13 a	75,38 ns
2	16,15 a	9,47 b	74,56
CV (%)	25,1	32,5	7,8
Experimento 2: substrato x número de hastes			
Substrato			
1º uso	26,89 a	19,63 a	53,49 b
2º uso	18,63 b	11,9 b	69,47 a
Nº hastes			
1	21,25 ns	14,98 ns	63,78 ns
2	20,41	13,13	66,47
CV (%)	25,5	29,3	18,5

Médias seguidas por "ns" não apresentam diferença significativa ($P > 0,05$), para cada fator avaliado.*Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si ($P < 0,05$), para cada fator avaliado.

No experimento 2, apesar da maior produção de MS de folhas, caules e frutos (no caso do cultivo em substrato de 2º uso) (Tabela 2) das plantas de duas hastes, a partição proporcional de MS entre os órgãos aéreos não foi afetada pelo número de hastes (Tabela 3).

Embora, para muitas variáveis, a produção de MS das plantas de duas hastes tenha sido superior (Tabela 2), quando os dados são calculados para a unidade de área, a produção de MS da população de plantas de uma haste apresenta uma superioridade de valores para todos os órgãos aéreos e, conseqüentemente, para o total da planta em ambos os experimentos (Tabela 2).

No experimento 1, apesar das plantas de duas hastes terem apresentado igual AF e maior número de folhas, MF de frutos e do total/planta, quando os dados foram expressos em relação à unidade de área, estas apresentaram cifras inferiores de IAF, MF de frutos e do total das plantas do que a população de plantas de uma haste (Tabela 4). Porém, o índice de colheita (IC) não foi afetado pelo número de hastes das plantas (Tabela 4), com média de 0,84.

Tabela 4 - Efeito do sistema de cultivo (experimento 1), do tempo de uso do substrato de casca de arroz *in natura* (experimento 2) e do número de hastes da planta (experimentos 1 e 2) sobre o número de folhas, a área foliar, índice de área foliar (IAF), a produção de massa fresca de frutos e total da planta e o índice de colheita (IC) de plantas de minimelancia. Pelotas, UFPel, 2019.

	Nº folhas (planta ⁻¹)	Área foliar (planta ⁻¹)	IAF	Massa fresca				IC (%)
				(Kg planta ⁻¹)		(Kg m ⁻²)		
				Frutos	Total	Frutos	Total	
Experimento 1: sistema x número de hastes								
Sistema								
Calhas	194,7 ns	1,08 ns	2,28 ns	3,85 ns	4,62 ns	7,98 ns	9,64 ns	0,83 ns
Vasos	172,0	0,96	1,97	3,72	4,38	7,86	9,27	0,85
hastes								
1	147,8 b*	0,89 ns	2,58 a	3,35 b	4,04 b	9,72 a	11,7 a	0,83 ns
2	219,8 a	1,15	1,67 b	4,22 a	4,96 a	6,12 b	7,19 b	0,85
CV (%)	12,9	16,7	20,1	15,6	13,8	15,2	14,2	3,0
Experimento 2: substrato x número de hastes								
Substrato								
1º uso	81,92 b		1,16 ns	0,78 b	1,15 b	1,65 b	2,43 b	0,69 b
2º uso	165,1 a		1,86	2,61 a	3,27 a	5,29 a	6,64 a	0,80 a
hastes								
1	114,17 ns		1,83 ns	1,38 b	1,83 b	4,0 ns	5,31 a	0,75 ns
2	132,83		1,19	2,1 a	2,59 a	2,9	3,76 b	0,77
CV (%)	30,6		27,7	31,1	27,1	35,8	30,7	14,7
Área foliar (m ² planta ⁻¹)								
			1º uso		2º uso			
1 haste			0,52 a A**		0,74 a B			
2 hastes			0,55 b A		1,1 a A			
CV(%)				24,7				

Médias seguidas por "ns" não apresentam diferença significativa ($P > 0,05$), para cada fator avaliado. *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si ($P < 0,05$), para cada fator avaliado; **Médias seguidas por letra minúscula na linha referem-se ao fator sistema/ substrato, e médias seguidas por letra maiúscula na coluna referem-se ao fator número de hastes. IAF: Índice de área

foliar.

No experimento 2, plantas de duas hastes apresentaram número de folhas e AF (quando cultivadas em substrato de 1º uso) semelhantes aos de plantas de uma haste (Tabela 4). Porém, mesmo sendo o número de plantas de duas hastes por unidade de área 50% inferior, os maiores valores de AF das plantas de duas hastes cultivadas em substrato de 2º uso (Tabela 4), considerados para o cálculo do IAF, levaram a que não observaram-se diferenças nos valores de IAF (Tabela 4). A MF de frutos planta⁻¹ e a MF total planta⁻¹ foram, respectivamente, superiores em 45 e 41% em plantas de duas hastes (2,1 kg planta⁻¹, 2,59 kg planta⁻¹, em comparação com 1,38 e 1,83 kg por planta de uma haste; (Tabela 4). Em função da maior densidade de plantas nos tratamentos com haste única, a MF total por unidade de área foi superior nestas plantas, porém sem efeito sobre a MF de frutos m⁻² e o IC (tabela 4).

Um resumo quanto aos efeitos do número de hastes das plantas indica que plantas de duas hastes produziram maior quantidade de MS de folhas planta⁻¹ (Tabela 2) e MF de frutos e total planta⁻¹ (Tabela 4) em ambos os experimentos. A partição proporcional de MS para os frutos (Tabela 3) e o IC (Tabela 4) não foram afetados. No entanto, nos dois experimentos, os dados de produção de MS produzida por unidade de área de todos os órgãos avaliados foram inferiores para estas plantas (Tabela 2).

Discussão

Observou-se maior PT e CRA no sistema de calhas e no substrato de 2º uso (Tabela 1), possivelmente, as razões para isso se distinguem entre os dois experimentos. No primeiro experimento, pode-se atribuir estes efeitos à continuidade e entrelaçamento de raízes no canal, e no segundo, à maior decomposição do material.

Supõe-se que o maior aumento da PT no sistema de calhas ocasionou diminuição dos macroporos e, conseqüente, aumento dos microporos, sendo estes espaços ocupados por água, e por conseqüência o aumento da AFD e da AR (Tabela 1).

Ainda que com notável aumento em ambos os sistemas após o cultivo, o sistema de calhas apresentou maior CRA ao final do cultivo (Tabela 1), possivelmente devido ao maior entrelaçamento e acúmulo raízes, bem como sua continuidade no substrato, o que contribui para a água permanecer por mais tempo disponível às

plantas. Adicionalmente, observou-se maior volume de lixiviado retornando aos canais no sistema de vasos.

Apesar dos distintos efeitos causados sobre a AFD, a PT e, principalmente, sobre a CRA (Tabela 1), ambos sistemas de cultivo não apresentaram influência sobre a produção (Tabela 2) e a partição de MS (Tabela 3), bem como sobre as respostas da MF (médias de 3,8 kg frutos planta⁻¹ e 7,92 kg frutos m⁻²) (Tabela 4). Tal resultado pode estar associado à alta frequência de fertirrigação fornecida às plantas, aliada à passagem das raízes pela base perfurada dos vasos, o que permitiu desenvolvimento radicular em meio à lâmina d'água no interior dos canais e, possivelmente, possibilitou a homogeneidade das respostas das plantas.

A análise das características químicas do substrato (Tabela 1), indica baixa CE para ambos sistemas e também após a reutilização do substrato, bem como o pH apresentou pouca variação entre os sistemas/substratos, estando os valores observados, dentro de uma faixa de 5,5 a 6,8, considerada adequada ao cultivo de melancia (DIAS & LIMA, 2010). Isto confirma a possibilidade de reutilização deste substrato.

Para ambos sistemas, os frutos representaram, em média, 75% da MS da planta (Tabela 3), valor semelhante aos encontrados por Grangeiro et al. (2005). Assim, os frutos foram os maiores drenos de assimilados das plantas, concordando com as afirmativas de Marchner (1995) e Taiz et al., (2017), as quais indicam que na fase de frutificação há translocação de carboidratos e outros compostos das folhas para os frutos, sendo os frutos os principais drenos da planta na fase reprodutiva. Os valores alcançados são superiores à média de 60%, reportada por Duarte et al. (2008) para a cultura do meloeiro em substrato de CAIN e ambiente protegido.

O cultivo em substrato de 2º uso proporcionou médias superiores para todas as variáveis: AF, MF e MS de folhas, caules, frutos e total, tanto por planta quanto por unidade de área. Uma evidência da distinta condição entre os substratos é a maior alocação de MS nos frutos, de em média 69,47% da MS total das plantas cultivadas no substrato de 2º uso (Tabela 3), resultado semelhante ao encontrado por Grangeiro e Cecílio Filho (2004), contra 53,49% no substrato de 1º uso. Estes resultados são as causas do menor IC (0,69) obtido pelas plantas cultivadas no substrato novo, frente ao IC de 0,80 das plantas do substrato de 2º uso (Tabela 4).

As melhores médias de MF total por planta e por unidade de área observadas

em substrato de 2º uso e em plantas de duas hastes (Tabela 4), possivelmente, podem ser atribuídas à maior degradação e acomodação de partículas, bem como, à maior presença de resíduo de raízes pelo cultivo subsequente, como indica a maior CRA (12,4%).

Em ambos os experimentos, as plantas de duas hastes apresentaram maior crescimento, cujas variáveis representativas mostraram-se com valores semelhantes aos encontrados por outros autores (GOMES et al., 2019, HEINE et al., 2015). Este comportamento, possivelmente, ocorreu devido à presença de dois meristemas apicais, sintetizadores de auxinas (TAIZ et al., 2017). Porém, a produção de MS por unidade de área está condicionada, dentre outros fatores, à densidade de plantio empregada (PEIL & GÁLVEZ, 2002). Assim, na análise dos melhores resultados obtidos por unidade de área cultivada com plantas de uma haste, deve-se considerar que para estas plantas, utilizou-se a densidade de 2,9 plantas m^{-2} e, para as plantas de duas hastes, 1,45 plantas m^{-2} .

Desta maneira, a menor produção individual de MS da planta de haste única é compensada e, inclusive, superada pelo maior número de plantas/ m^2 , conforme indicado por Rodrigues (2012). De tal maneira que, uma planta de duas hastes não apresentou a mesma produção de MS (Tabela 2) e MF (Tabela 4) que duas plantas de uma haste. Neste sentido, pode-se supor que o sistema radicular das plantas de duas hastes não apresentou-se eficiente na absorção de água e nutrientes minerais para promover o crescimento individual de ambas as hastes de forma similar ao observado para a planta de haste única. Pode-se supor que houve um baixo aproveitamento do elevado volume de substrato disponível para cada planta de duas hastes (25L de substrato/planta, frente a 12,5 litros/planta de uma haste no cultivo em calhas) e uma consequente baixa colonização de raízes, e por isso não houve a compensação em produtividade.

Em contrapartida, os resultados do experimento 1 revelam que o volume de 7L de substrato dos vasos em sistema fechado, foi suficiente para o crescimento das plantas, sem prejuízos à produção em relação às calhas.

A análise comparativa dos resultados obtidos nos dois experimentos indica que o experimento 1 proporcionou médias de produção de MS e de MF superiores às médias do experimento 2 (1.100 g MS total/ m^2 , frente a 504,5 g MS total/ m^2 , e 9,45 kg de MF total/ m^2 , frente a 4,54 kg de MF total/ m^2), resultando em médias de rendimento

de 7,92 kg fruto/m² e IC de 0,84 frente a 3,47 kg fruto/m² e IC de 0,71, respectivamente.

Isso ocorreu em função das distintas condições climáticas das duas épocas de cultivo. Segundo MAPA (2016), na região em que ocorreu o estudo, o período mais adequado ao cultivo de melancia é de outubro a dezembro. Além disso, a média de temperaturas máximas tipicamente elevadas do período do experimento (média das máximas em fevereiro de 36,5°C, coincidindo com o período de estabelecimento da cultura, bem como a evolução inversa da temperatura no período de verão-outono implicando em menor incidência de radiação solar (diminuindo de, em média 462 cal m² dia⁻¹, no experimento 1, para 360 cal m² dia⁻¹, no experimento 2). Neutzling (2018), atribui aos mesmos fatores, a diminuição do rendimento de pepineiro conserva no cultivo de verão-outono. Tais condições, associadas à baixa CRA do substrato de 1º uso, no início do cultivo (Tabela 1), podem ter causado um processo de estresse hídrico e fotoinibição. Segundo TAIZ et al. (2017), a fotoinibição consiste na utilização pela planta de mecanismos protetores (síntese de pigmentos carotenoides e enzimas antioxidativas), consumindo grande quantidade de energia química na forma de ATP.

Conclusões

Para as condições estudadas, pode-se concluir que: plantas de minimelancia cultivadas no sistema de calhas preenchidas com substrato de casca de arroz *in natura* e com recirculação do lixiviado apresentam igual produção e partição de massa seca e fresca que no cultivo em vasos; o substrato de casca de arroz *in natura* de 2º uso no sistema de calhas promove uma maior produção de massa fresca e seca, beneficiando a distribuição de fotoassimilados para os frutos; a produção de massa seca e fresca de uma planta com duas hastes é inferior à de duas plantas de haste única, porém a distribuição de massa seca e fresca para os frutos não é afetada pelo número de hastes das plantas.

Referências Bibliográficas

CAMPAGNOL, R.; MATSUZAKI, R.T.; MELLO, S.C. Condução vertical e densidade de plantas de minimelancia em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.34, p. 137-143, 2016.

CASAS CASTRO, A. **Formulación de la solución nutritiva**. Parámetros de ajuste. In: FÉRNANDEZ, M.F., CUADRADO, I.M.G (eds). Cultivos sin Suello II, 2ª ed, Almería: p.

257-266, 1999.

DIAS, R.C.S.; LIMA, M.A.C. Colheita e pós-colheita. In: Versão eletrônica. *Sistemas de produção de melancia*. Embrapa informação tecnológica/Embrapa semiárido, 2010.

Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/>>. Acesso em 01 de julho de 2019.

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

HEINE, A. J. M. *et al.* Número de haste e espaçamento na produção e qualidade do tomate. **Scientia Plena**, v. 11, n. 09, 2015.

HOFMANN, G. Verbindliche methoden zur untersuchung von TKS und gartnerischen erden. **Mitteilungen der VSLUFA**, v.6, p.129-153, 1970.

GOMES, R. F. *et al.* Number of stems and plant density in mini watermelon grown in a protected environment, **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, pag 01-08, 2019.

GRANGEIRO, C. L. *et al.* Acúmulo e exportação de nutrientes pela cultivar de melancia mickylee. **Caatinga**, v. 18, n. 2, p. 73-81, 2005.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Qualidade de frutos de melancia em função de fontes e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 647-650, 2004.

MARCELIS, L. F. M. Simulation of biomass allocation in greenhouse crops: a review. **Acta Horticulturae**, n. 328, p. 49-67, 1993.

MARTINS, S.R. *et al.* Produção de melão em função de diferentes sistemas de condução de plantas em ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, v. 16, n. 1, p. 24-30, 1998.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MAPA. **Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento**. Portaria MAPA 204, 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuario/portarias/safra-2016-2017/rio-grande-do-sul/word/port-no-204-melancia-rs.rtf/view>. Acessado em: 12 de agosto de 2019.

NEUTZLING, C. **Reutilização de substrato de casca de arroz *in natura* em sistema de calhas com recirculação do lixiviado para cultivo de híbridos de pepineiro conserva**. 2018. 99f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

PEIL, R.M.; LÓPEZ-GÁLVEZ, J. Fruit growth and biomass allocation to the fruit in cucumber: effect of plant density and arrangement. **Acta Horticulturae**, v. 588, p. 75-

80, 2002.

PEIL, R. M. N., SIGNORINI, C. **Aspectos técnicos e ambientais da produção de hortaliças de fruto em sistemas “abertos” e “fechados” de cultivo em substrato.** In: ANAIS DE RESUMOS EXPANDIDOS DO XI ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS – XI ENSUB, Canela, 2018.

PERÍN, L. *et al.* Trough and pot crop systems with leaching recirculation and defoliation levels for mini tomatoes. **Acta scientiarum Agronomy**, v. 40, p. 34992, 2018.

REQUENA, G. **Cultivo Hidropônico De La Sandía**, In: Fernández, M.F.; Gómez, I.M.C. Cultivos sin Suelo II. Dirección General De Investigación Y Formación Para Investigación Agraria En La Provincia De Almería/ Caja Rural De Almería (Edits). Curso Superior De Especialización, v.5, p.573-579,1999.

RODRIGUES, Silvana. **Produção e partição de biomassa, produtividade e qualidade de mini melancia em hidroponia.** 2012. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TANAKA, A.; FUJITA, K. Growth, photosynthesis and yield components in relation to grain yield of the field bean. **J. Fac. Agric. Hokkaido**, v.59, n.2, p.145-238,1979.

5 ARTIGO II: Produção e qualidade de minimelancia com diferentes números de hastes, cultivada em sistema de calhas e com reutilização de substrato

(segundo as normas da Revista Semina: Ciências Agrárias)

Mini watermelon production and quality with different plant stems number, grown in gutters system with substrate reuse

Produção e qualidade de minimelancia com diferentes números de hastes, cultivada em sistema de calhas e com reutilização de substrato

- **Sistema de calhas preenchidas com casca de arroz *in natura* para minimelancia.**
- **Viabilidade de reutilização do substrato para minimelancia em segundo ciclo.**
- **Número de hastes e seus efeitos sobre a produtividade e qualidade de minimelancia.**

Resumo

O cultivo em vasos, com substrato, é uma técnica em expansão na produção de hortaliças, porém, para minimelancias, poucos estudos estão disponíveis. Este trabalho introduz o sistema de calhas preenchidas com substrato e com recirculação do lixiviado para esta cultura, como uma alternativa de baixo custo e menor impacto ambiental. Para que o sistema seja viável e possibilite boa produtividade e qualidade dos frutos, vários aspectos devem ser estudados, entre estes, as características físicas do substrato, a possibilidade de reutilizá-lo em cultivos sucessivos e o manejo adequado das plantas. O objetivo do trabalho foi estudar o efeito do sistema de cultivo e do tempo de uso sobre as alterações das características físicas do substrato de casca de arroz *in natura*, a produção e a qualidade de frutos de plantas de minimelancia cultivadas com diferentes números de hastes por planta. Dois experimentos, empregando sistemas com recirculação da solução nutritiva foram realizados. No primeiro, as plantas foram cultivadas em vasos e calhas. No segundo, foram comparados substratos de primeiro e segundo uso no cultivo em calhas. Em ambos os experimentos foi estudada a condução das plantas em uma e duas hastes/ planta. Em relação aos resultados obtidos, no experimento 1, o sistema de calhas teve maior impacto positivo sobre as características físicas do substrato, cuja capacidade de retenção de água (CRA) passou do valor inicial de 7,9% para 15,6% ao final, enquanto que nos vasos se elevou a 11,2%. Porém, os sistemas não afetaram a produtividade, com média de 8 Kg m⁻², e a qualidade dos frutos. As plantas de duas hastes apresentaram maior produção de frutos (4,2 Kg planta⁻¹), com maior conteúdo de sólidos solúveis totais (SST; 11,4°Brix), ainda que sem efeito sobre o peso médio. Porém, as plantas de uma haste apresentaram maior número (7,3 frutos m⁻²) e produção de frutos (9,7 Kg m⁻²) por m². No experimento 2, o substrato de 2º

uso apresentou maior CRA (12,4%) que o substrato novo (9,9%) e proporcionou melhores resultados de produtividade e qualidade para a maioria das variáveis estudadas, obtendo-se 5,9 frutos e 5,3 Kg m⁻², com SST de 10,5°Brix. As plantas de duas hastes tiveram resultados melhores de peso médio de frutos e, conseqüentemente, de produção por planta do que as plantas de uma haste, sem efeitos sobre o número de frutos planta⁻¹, o rendimento por m² e a qualidade.

Palavras-chave: *Citrullus lanatus* L. Cultivo em vasos. Rendimento e qualidade de frutos. Recirculação do lixiviado.

Abstract

Pots containing substrate is a cultivation system commonly used for vegetable crops production. However, concerning the mini watermelon crop, few studies are available. The present work presents the substrate filled gutters system, which promotes the reuse of the leachate solution, as a low-cost and environmental friendly alternative soilless system.. In order to make the system viable and enable high fruit yield and quality, several aspects must be studied, including the physical characteristics of the substrate, the possibility of reusing it in successive crops and the crop management. The objective of this work was to study the effect of the cropping system and the time of use of the substrate on the changes in the fresh rice husk substrate physical characteristics, the fruit yield and quality of mini watermelon plants grown with a different number of stems. Two trials were performed using nutrient solution recirculation systems. In the first one, the plants were grown in pots and gutters. In the second, substrates of first and second use were compared in gutter cultivation system. In both trials, the one and two stems plants were studied. Concerning the results obtained in trial 1, the gutter system had the greatest positive impact on the physical characteristics of the substrate, whose water holding capacity (WHC) increased from the initial value of 7.9% to 15.6% at the end of the crop cycle, while in the pots substrate, it increased to 11.2%. However, the systems did not affect fruit yield, which was 8 kg m⁻² on average, and fruit quality. The two stems plants presented higher fruit yield (4.2 kg plant⁻¹) and higher total soluble solids content of the fruits (TSS; 11.4°Brix), although no effect on the fruit medium weight was observed. However, the one stem plants presented a higher fruit number (7.3 fruits m⁻²) and yield (9.7 kg m⁻²). In the second trial, the reused substrate presented higher WHC (12.4%) than the first time use substrate (9.9%) and provided better results concerning the most fruit yield and quality studied variables: 5.9 fruits m⁻², 5.3 kg m⁻² and 10.5°Brix TSS. In this trial, two stems plants promoted the medium fruit weight and, consequently, fruit yield per plant. Nevertheless, the number of

stems had no effect on the fruit number plant⁻¹, fruit yield per square meter and quality.

Keywords: *Citrullus lanatus* L. Pot cultivation. Fruit yield and quality. Leachate recirculation.

Introdução

Como consequência do frequente uso de insumos sem critérios técnicos e dos tipos de solos existentes no Brasil, o cultivo de hortaliças em sistema convencional, em ambiente protegido, tem apresentado dificuldades, como a salinização do solo (Goto et al., 2005) e o agravamento da contaminação por patógenos. Neste sentido, a adoção do cultivo em substrato facilita o manejo fitossanitário e desvincula a produção da qualidade do solo. No entanto, a prática ainda não foi testada para a cultura da minimelancia na região sul do Brasil.

Entre os sistemas de cultivo em substrato, os produtores de hortaliças de fruto têm, majoritariamente, adotado o sistema de cultivo em vasos com drenagem livre. Contudo, quando se pretende adotar a técnica de recirculação da solução nutritiva (sistema “fechado”), o uso de vasos, além de representar um custo adicional, se constitui em uma dificuldade, pois é necessário dispor os vasos sobre canais de coleta, que contenham um material de cerramento para evitar a incidência de radiação solar na solução coletada.

Alguns agricultores e pesquisas indicam a possibilidade do emprego de calhas como recipientes para o cultivo em substrato, permitindo a coleta e a recondução do lixiviado de maneira simples, pois a própria calha de cultivo serve, ao mesmo tempo, de recipiente para o substrato e canal de drenagem para a solução. Para várias hortaliças de fruto, como o morangueiro (Peil & Signorini, 2018), o tomateiro (Perin et al., 2018) e o pepineiro conserva (Neutzling, 2018) este sistema já foi testado com sucesso.

Neste trabalho, o sistema de calhas com recirculação do lixiviado é proposto como uma alternativa ao uso de vasos, de baixo custo e reduzida contaminação ambiental. Para que o sistema seja viável e possibilite boa produtividade e qualidade dos frutos, vários aspectos devem ser observados, entre estes, as características físicas do material, que podem ser alteradas em função de distintos fatores, a possibilidade de reutilizar o substrato em cultivos sucessivos e o manejo adequado das plantas.

Os substratos exercem papel fundamental no sistema. Sendo assim, a avaliação de suas propriedades físicas é necessária para conhecer e selecionar materiais adequados para este fim (Kampf, 2005). A casca de arroz *in natura* é amplamente disponível na região sul, bem como dispensa preparo prévio e licença ambiental para manuseio. Apresenta baixa capacidade de retenção de água, o que não se configura em um problema em sistemas fechado, pois este

aspecto pode ser resolvido com o aumento da frequência de fornecimento da solução nutritiva, sem que haja desperdícios, visto que o grande volume de lixiviado produzido pode ser recolhido e reutilizado em sistema fechado. Pode ser utilizada em ciclos sucessivos, sem prejuízos à produção e qualidade, como verificado para as culturas do minitomateiro *grape* (Rosa et al., 2016) e do pepineiro conserva (Neutzling, 2018). Porém, estudos sobre o seu uso e reutilização como substrato para a cultura da minimelancia são desconhecidos.

A adequação do manejo das plantas é necessária para obter êxito em um novo sistema de cultivo. Neste sentido, a verticalização das plantas, para melhor aproveitamento da área da estufa, associada ao alto custo das sementes de minimelancia, exige alterações com respeito à condução no que se refere ao número de hastes das plantas, o qual, tem sido, habitualmente, um fator condicionante da produtividade e da qualidade final.

Considerando que plantas de melancia com duas hastes desenvolvem maior área foliar (Gomes et al., 2019), portanto, apresentam maior superfície transpiratória. Ademais, a presença de dois meristemas apicais, cujos tecidos são os principais sintetizadores de auxina (Taiz et al., 2017), contribuem para um sistema radicular mais robusto do que plantas de haste única. Estes fatores associados determinarão uma maior demanda de solução nutritiva. Por outro lado, há que se considerar que comparações entre plantas com duas hastes e plantas de haste única, objetivando a redução do custo com as sementes, mas com a perspectiva de manutenção de rendimento por unidade de área, devem ser realizadas sob uma mesma densidade de hastes, porém, com o dobro do número de plantas de haste única. Esta condição implicaria em uma maior colonização do volume de substrato pelas raízes do grupo de plantas de haste única em relação à menor população de plantas com duas hastes, levando a uma maior capacidade de absorção de água do grupo de plantas, considerando um mesmo volume de substrato.

Paralelamente, pesquisas indicam que o sistema de vasos ou de calhas (Perin et al., 2018) e o tempo de uso da casca de arroz *in natura* (Neutzling, 2018) podem alterar as propriedades físicas relacionadas à disponibilidade hídrica dos substratos, tais como capacidade máxima de retenção de água e porosidade total, e assim melhorar as respostas produtivas das plantas. Por se tratar de um dos primeiros trabalhos referentes a esse tema, pouco referencial bibliográfico foi encontrado, diminuindo a possibilidade de melhores comparações.

A partir dessas constatações, este trabalho se baseia nas seguintes hipóteses: o sistema de calhas e a reutilização do substrato de casca de arroz *in natura* proporcionam melhoria nas propriedades do substrato, resultando em melhores respostas produtivas que o sistema de vasos; a condução das plantas em uma ou duas hastes pode afetar as características físicas do substrato

ao final do cultivo; cada haste de uma planta com duas hastes apresenta comportamento produtivo semelhante ao de uma planta com haste única, o que resulta em rendimentos por unidade de área semelhantes para as duas conduções; e as respostas das plantas ao número de hastes está condicionada ao sistema de cultivo e à reutilização do substrato de casca de arroz *in natura*.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito do sistema de cultivo e do tempo de uso sobre as alterações das propriedades físicas do substrato de casca de arroz *in natura*, a produção e a qualidade de frutos de plantas de minimelancia cultivadas com diferentes números de hastes.

Material e Métodos

Dois experimentos foram realizados no Campo Experimental Didático do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, no Campus Capão do Leão – RS (31°52' S, 52°21' O, e 13 m de altitude) da Universidade Federal de Pelotas, abrangendo os períodos de 25/10/2018 a 14/01/2019 e 10/02/2019 a 23/04/2019, respectivamente. Ambos foram conduzidos em estufa de cultivo revestida com filme de polietileno de 150 µm de espessura, e dimensões de 10x21 m (210 m²) e o manejo foi feito através da abertura e fechamento diários, observados os dias de chuva e ventos.

As mudas de minimelancia híbrido Beni Kodama Horticeres® foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 72 células, preenchidas com substrato Carolina Soil® contendo uma semente cada. Após a emergência, a fertirrigação foi realizada com solução nutritiva a 50% da concentração, por sub-irrigação, e após alcançarem 4 a 6 folhas, foram transplantadas para os canais de cultivo.

A base de apoio dos sistemas empregados foi composta por 6 canais de cultivo de madeira (0,30 m de largura, 0,15 m de altura e 7,5 m de comprimento), dispostos em 3 linhas pareadas com distância entre linhas duplas de 1,2 m e distância entre linhas simples de 0,5 m, revestidos com filme plástico preto-branco. Os canais foram instalados de forma a proporcionar uma declividade de 4% para o escoamento da solução nutritiva até um reservatório de fibra de vidro, com capacidade de 500 L, sendo um para cada 3 canais, enterrados na extremidade de cota mais baixa de cada sistema.

No primeiro experimento (outubro de 2018 a janeiro de 2019), dois sistemas de cultivo foram avaliados: vasos e calhas. No primeiro sistema, foram empregados vasos preenchidos com 7 litros de casca de arroz *in natura*, com uma camada de 2 cm de brita média na base

perfurada. Os vasos foram colocados dentro dos canais descritos anteriormente. Para o sistema de cultivo em calhas, os canais revestidos de plástico foram diretamente preenchidos com casca de arroz *in natura*, formando-se uma camada de 10 cm de altura, totalizando um volume de 225 L de substrato em cada calha.

Com base nos resultados obtidos no primeiro experimento, escolheu-se o sistema de calhas para a condução do segundo experimento (fevereiro a abril de 2019), no qual foram avaliados os efeitos da reutilização da casca de arroz *in natura* como substrato em segundo ciclo.

Os vasos foram retirados e os canais correspondentes foram limpos e casca nova foi adicionada diretamente aos canais, nos mesmos moldes do sistema de calhas do experimento anterior, formando, assim, as parcelas destinadas ao substrato de 1º uso. No sistema de calhas, as plantas foram cortadas na altura do colo para a sua retirada, sem revolvimento do substrato.

Em ambos os experimentos, o substrato, após disposto nos sistemas, foi irrigado continuamente por 1 semana a fim de descartar possíveis impurezas da casca. A frequência da fertirrigação foi ajustada de acordo com a demanda hídrica do período experimental. Um conjunto moto-bomba de ½ CV, fixado em cada tanque, impulsionava a solução nutritiva para a extremidade de maior cota dos canais. A partir desse ponto, foi fornecida através de mangueiras de polietileno e gotejadores com vazão de 1,6 L h⁻¹, bem como drenada e coletada retornando ao reservatório, formando um sistema fechado.

A solução nutritiva foi composta dos macroelementos na concentração (em mmol l⁻¹): 12,8 de NO₃⁻, 1,4 de H₂PO₄⁻, 2,0 de SO₄⁻², 0,8 de NH₄⁺, 6,0 de K⁺, 4,0 de Ca⁺² e 1,7 de Mg⁺² (Requena-García, 1999). Os micronutrientes foram fornecidos de acordo com Casas-Castro (1999), na seguinte concentração (em mg/l⁻¹) 4,0 de Fe; 0,56 de Mn; 0,26 de Zn; 0,03 de Cu; 0,22 de Mo e 0,05 de B. A solução nutritiva e o pH foram monitorados diariamente por condutímetro manual digital e pHmetro manual digital, respectivamente. A condutividade elétrica foi mantida a 1,8 dS m⁻¹ e o pH mantido entre 6,0 e 7,0.

Nos dois experimentos o segundo fator experimental avaliado foi a condução das plantas em haste única e em duas hastes. As plantas foram dispostas em linhas simples, adotando-se o espaçamento entre plantas de 0,40 m, para as plantas de haste única, e 0,80 m para as plantas com duas hastes, resultando nas densidades de 2,90 e 1,45 plantas m⁻², respectivamente, e, em ambos os casos, 2,90 hastes m⁻².

As plantas de haste única foram conduzidas em haste primária. A partir da 8ª folha foi permitido o crescimento de hastes laterais, sendo estas despontadas após a 10ª folha. Permitiu-

se o crescimento de três frutos/ planta, sendo estes fixados em hastes secundárias localizadas acima da 11ª axila foliar da haste primária.

As plantas de duas hastes, quando apresentaram entre quatro e cinco folhas definitivas, a haste primária foi despontada, selecionando-se duas hastes secundárias para a condução da planta. Permitiu-se o crescimento de três frutos por haste, totalizando 6 frutos por planta, sendo as hastes escolhidas, conduzidas da mesma forma que a haste primária das plantas de haste única.

As plantas foram tutoradas através de telas de tutoramento apropriadas para este fim, e os frutos suspensos com o uso de redes plásticas fixadas à tela. Foram feitas podas de limpeza, que se resumiram à eliminação de folhas senescentes presentes na parte inferior da planta.

Em ambos experimentos, o delineamento foi em parcelas divididas, em esquema bifatorial 2x2, com quatro tratamentos e seis repetições. O fator sistema de cultivo, no primeiro experimento, e substrato, no segundo, foi alocado na parcela, que correspondeu a um canal de cultivo com 12 plantas. O fator número de hastes por planta foi alocado na subparcela, contando com seis plantas.

Dois plantas por repetição foram avaliadas, excluindo-se as bordaduras. A partir dos dados de matéria fresca, de número de frutos colhidos e de densidade de plantio, foram determinados os componentes do rendimento [peso médio de frutos e produtividade da cultura (kg planta^{-1} e kg m^{-2})].

Quanto aos parâmetros de qualidade de frutos, foram avaliados o teor de sólidos solúveis totais e a acidez titulável, cujas análises foram realizadas pelo Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (FAEM/UFPEL).

Foram enviadas ao Laboratório de análise de substratos da UFRGS, três amostras dos substratos oriundos dos tratamentos, ao início e ao final dos dois experimentos (respectivamente, 81 e 72 dias após o transplante), respectivamente. As propriedades físicas e químicas dos substratos, como a porosidade total (PT), densidade (DS), capacidade de retenção de água (CRA), espaço de aeração (EA) água facilmente disponível (AFD), condutividade elétrica (CE) e potencial hidrogeniônico (pH) foram analisadas. A densidade foi realizada através do Método da Auto-compactação (Hoffmann, 1970) e as curvas de retenção de água nas tensões de 0; 10; 50 e 100 hPa, foram determinadas em funis de tensão, conforme os princípios de De Boodt e Verdonck (1972).

A temperatura foi monitorada por aparelho termohigrômetro instalado no interior de um abrigo meteorológico localizado no centro da estufa, bem como os dados de radiação solar foram obtidos através da estação agroclimatológica localizada a 1000 m da estufa (Tabela 1).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) através do software estatístico Sisvar®.

Resultados

No experimento 1, a análise de variância indicou que não houve interação entre os fatores sistema e número de hastes para as características físicas e químicas dos substratos, com exceção da CRA e da CE. Já, no experimento 2, houve interação significativa entre os fatores tempo de uso do substrato e número de hastes para um número significativo de características físicas do substrato (DS, PT, EA e AFD) e também para a CE, com exceção da AR, CRA e do pH.

As características físicas do substrato, que apresentaram clara elevação de valores após ambos os experimentos, foram AFD, CRA e PT, sendo que a DS apresentou diminuição (Tabela 1).

No experimento 1, os dois níveis de ambos os fatores (sistema de cultivo e número de hastes) não diferiram para as variáveis de DS e EA sendo as médias de $81,5 \text{ Kg m}^{-3}$ e 62,5%, respectivamente (Tabela 1). Na média entre os dois sistemas, a DS dos substratos diminuiu 24% e o EA sofreu um pequeno aumento de 4,5% (Tabela 1).

A análise isolada dos efeitos do sistema indica que os substratos oriundos do cultivo de plantas em calhas apresentaram médias de PT, AFD, AR e pH superiores às dos substratos do cultivo em vasos (Tabela 1). Em relação ao substrato no início do cultivo, no sistema de calhas, observou-se aumento da PT e da AFD, na ordem de 18% e 110%, respectivamente. Já, no sistema de vasos, estas cifras foram de 9% e 71%, respectivamente. No sistema de vasos, a CRA aumentou, em média, para 11,2% o que representa uma elevação de 42% em relação à casca de arroz antes do cultivo. Já, no sistema de calhas, a CRA passou do valor inicial de 7,9% para 15,6% (Tabela 1), o que corresponde a uma elevação de 97% na CRA do substrato.

Com exceção da AFD, em que o substrato oriundo do cultivo de plantas de uma haste apresentou média superior ao do cultivo de plantas de duas hastes, para as demais características do substrato apresentadas na tabela 2, o número de hastes não teve efeito significativo no experimento 1.

A CE foi de $0,12 \text{ mS cm}^{-1}$ na casca de arroz nova, e após o cultivo em vasos, manteve-

se com a mesma média, sendo esta, superior em 50% à observada no sistema de calhas (Tabela 1). Já com o pH ocorreu o contrário, onde a média observada no sistema de calhas (6,7) foi superior à do sistema de vasos, sem efeito da condução das plantas sobre esta variável (Tabela 1).

Com relação às alterações ocorridas nos substratos durante o experimento 2, observou-se que o número de hastes afetou a maioria das características de maneira diferente para os substratos de 1º e 2º usos (Tabela 1).

Considerando o substrato de 1º uso, o cultivo de plantas de uma haste promoveu a elevação da PT para 73%, enquanto que o valor de PT deste mesmo substrato foi reduzido para 64,6% com o cultivo de plantas de duas hastes. Já, no substrato de 2º uso, a PT aumentou para ambos tipos de condução, porém, as plantas de duas hastes promoveram uma elevação ainda maior da PT, que era de 66,7% antes do cultivo e passou a 77,8%, enquanto que o cultivo de plantas de haste única elevou a PT para 71,6%. O efeito da condução das plantas sobre o EA e sobre a CE dos substratos foi similar (Tabela 1).

Na média, o substrato de 2º uso apresentou uma PT de 74,4%, correspondente a um incremento de 12% em relação ao substrato no início do cultivo. A PT média do substrato de 1º uso foi de 68,8%, o que representou um incremento de somente 3,2%.

Com relação à AFD, houve uma elevação dos seus valores para todos os tratamentos em relação ao substrato no início do cultivo. A análise comparativa entre os tratamentos ao final do cultivo mostrou que a AFD não foi afetada pelo número de hastes no substrato de 1º uso. No entanto, no substrato de segundo uso, plantas de uma haste promoveram uma maior elevação do seu valor (Tabela 1).

O substrato de 2º uso promoveu uma elevação significativa da CRA e da AR em relação ao substrato de 1º uso, independentemente do número de hastes das plantas (Tabela 1). No substrato de 2º uso, a CRA aumentou, em média, para 12,4%, o que representa uma elevação de 56% em relação ao substrato no início do cultivo. Já, no substrato de 1º uso, a CRA aumentou para 10%, o que corresponde a uma elevação de 26%. A AR passou do valor de 7,6%, no início do cultivo, para 7,9% e 10,4%, respectivamente, no substrato de 1º e 2º usos, representando incrementos de 3,7% e 36,0% em relação ao valor da casca de arroz nova.

A CE não apresentou clara alteração após a reutilização do substrato, em comparação à casca de arroz nova. A média da CE do substrato de 2º uso foi de 0,14 mS cm⁻¹, porém, este valor foi superior em 43% à média de 0,08 mS cm⁻¹, observada no substrato de 1º uso (Tabela 1). O pH teve média superior observada no substrato de 1º uso, sem diferir entre as formas de

condução das plantas (Tabela 1).

No experimento 1, a análise de variância indicou que não houve interação significativa entre sistema de cultivo x número de hastes para as variáveis número e produção de frutos por planta e por m^2 , massa média dos frutos e SST, o que permitiu a análise individual dos efeitos dos fatores (Tabela 2). Para as variáveis ATT e a relação SST/ATT, observou-se interação entre os fatores (Tabela 3).

No experimento 2, não houve interação significativa entre os fatores tempo de uso do substrato x número de hastes para nenhuma das variáveis de produtividade e qualidade (Tabela 2).

No experimento 1, o sistema de cultivo em calhas não diferiu do sistema de vasos quanto às variáveis de produtividade e SST (tabela 2). As médias do experimento foram de 2,7 frutos/planta, 1,4 kg de massa média de frutos, 3,8 kg/planta de produção de frutos, 5,7 frutos/ m^2 , 7,9 kg de frutos/ m^2 e SST de 10,7 °Brix.

As plantas de duas hastes apresentaram número de frutos/planta e massa média de frutos semelhantes (médias de 2,7 e de 1,4 kg/fruto, respectivamente) e produção por planta de 4,2 kg, valor superior ao das plantas de uma haste (3,4 kg/planta) (Tabela 4). Porém, os frutos apresentavam menor valor de SST (10°Brix, frente a 11,4°Brix dos frutos das plantas de haste única).

Quando os valores de número de frutos e rendimento são calculados por unidade de área, as plantas com duas hastes apresentaram médias 37% inferiores às das plantas de uma haste (Tabela 2).

Para as variáveis acidez total titulável (ATT) e relação sólidos solúveis/acidez titulável (SST/ATT), observou-se interação entre os fatores (Tabela 3). No entanto, em ambos os sistemas, as plantas de duas hastes levaram à produção de frutos com ATT superior e relação SST/ATT inferior aos valores obtidos com o cultivo de plantas com haste única (Tabela 3).

Já, a relação SST/ATT dos frutos apresentou médias superiores para as plantas com uma haste, tanto no sistema de vasos como no sistema de calhas. Porém, a comparação entre os sistemas de cultivo indicou que o cultivo em vasos propiciou um significativo aumento desta relação para plantas de uma haste e o sistema de calhas, para plantas de duas hastes (Tabela 3).

No experimento 2, o substrato de 2º uso apresentou valores superiores aos do substrato de 1º uso para todas as variáveis de produtividade, com 2,7 frutos/planta (correspondente a 5,9 frutos/ m^2), massa média de frutos de 1,0 kg, produção/planta de 2,6 kg (ou 5,3 kg/ m^2) (Tabela 2). Tais cifras são, respectivamente, 170%, 39% e 215% superiores às obtidas no substrato de

1º uso.

Já, em relação ao número de hastes, plantas conduzidas com duas hastes apresentaram valores superiores de massa média de frutos e produção/planta, porém plantas de haste única produziram um maior número de frutos/m² (Tabela 2), sem efeito sobre o número de frutos/planta e o rendimento de frutos/m² (médias experimentais de 1,9 frutos/planta e 3,5 kg/m², respectivamente) (Tabela 2).

As médias de ATT e da relação SST/ATT, observadas no experimento 2, não diferiram entre os substratos de 1º e 2º uso, porém as plantas cultivadas no substrato de 2º uso produziram frutos com maior SST (10,5⁰Brix, frente a 9,7⁰Brix dos frutos obtidos no substrato de 1º uso). Já, o número de hastes não afetou nenhuma dessas variáveis neste experimento (Tabelas 2 e 3).

Discussão

Efeitos do sistema de cultivo

Possivelmente, as alterações observadas nas propriedades dos substratos ao final de ambos os experimentos (Tabela 1) podem ser atribuídas à presença de filamentos de raízes na CAIN, com aumento da PT ocasionada pelo afastamento e quebra das partículas em frações menores, gerando um aumento dos microporos, sendo estes espaços ocupados por água, e consequentemente, aumento da AFD e CRA observados ao final do cultivo. Neutzling (2018) também constatou aumento da CRA, PT e diminuição da DS após cultivo de pepineiro em CAIN.

Os superiores valores de CRA, PT, AFD e AR observados no substrato das calhas em relação aos vasos (Tabela 1), possivelmente tenham como causas o entrelaçamento e continuidade de raízes ao longo dos canais, o que pode ter mantido a água por mais tempo no interior das calhas. Esta pode ser a razão pela qual observou-se o retorno mais lento de solução nutritiva excedente das calhas, sendo este comportamento crescente no decorrer do desenvolvimento das plantas, e, logicamente, das raízes.

A menor CRA dos vasos coincide com o observado por Perin et al. (2018) no cultivo do minitomateiro, associando tal resultado à maior altura do substrato no recipiente (sendo de 22 cm nos vasos e 8 cm nas calhas). Embora, a análise da CRA de substratos em profundidades maiores do que 20 cm seja apenas uma representação, tal resultado é confirmado pelas alterações gradativas da CRA, observadas neste estudo, passando de 11,2% a 10 cm para 9,1% a 50 cm de profundidade, no substrato dos vasos. Já, no substrato das calhas, os valores

correspondentes passaram de 15,6% para 12,5%.

As melhores características físicas apresentadas, de maneira geral, pelo substrato oriundo das calhas (Tabela 1) não se traduziram em ganho produtivo, confirmado pelos resultados de produtividade semelhantes para ambos sistemas (Tabela 2). Isso pode ser atribuído ao fato de que as raízes das plantas cultivadas nos vasos cresceram e ultrapassaram a base perfurada, desenvolvendo-se em meio à lâmina d'água que se deslocava por gravidade no interior dos canais onde os vasos estavam dispostos, sendo assim, os menores recipiente e volume de substrato disponíveis para cada planta não foram limitantes ao desenvolvimento.

Todos os valores de AFD observados ficaram bem abaixo dos 20 a 30% considerados ideais (Fermino, 2014). Já, a AR, ainda que diferindo entre si, apresentaram médias próximas a uma faixa de 4 a 10%, considerada adequada (Cadahia, 1998), variando de 7,6% na casca antes do cultivo a 9,1 e 12,7% após o cultivo (Tabela 1), nos substratos oriundos, respectivamente, do sistema de vasos e de calhas.

A menor CE observada nas calhas (Tabela 1), possivelmente se deve à maior frequência de lavagem do substrato neste sistema, devido à maior demanda por água e solução nutritiva, de acordo com o elevado volume de substrato disposto nestes canais. Ainda que diferindo entre vasos e calhas, são considerados baixos os níveis de CE observados após cultivo, indicando a possibilidade de utilização da CAIN em ambos sistemas. O pH não apresentou claras alterações (Tabela 1), estando todos os valores observados, dentro de uma faixa considerada adequada ao cultivo de melancia (Dias & Lima, 2010)

Os resultados referentes ao número e peso médio de frutos/planta encontrados no experimento 1 concordam com os observados por Marques (2013), trabalhando com o mesmo híbrido de minimelancia em hidroponia. Bem como a média de rendimento e número de frutos/m² observada neste estudo coincide com o observado por Montezano (2007), trabalhando com melão sob densidades de hastes semelhantes, em sistema hidropônico.

As médias de SST de ambos sistemas estão acima de 10°Brix, segundo Hurst (2010), valor considerado excelente à comercialização de melancia.

Efeito do tempo de uso do substrato

A PT do substrato de 1º uso, sob plantas de duas hastes (64,6%), se assemelha à PT da CAIN anterior aos cultivos (66,7%) (Tabela 1). Isso ocorreu, possivelmente, devido à baixa colonização de raízes, determinada pelo maior espaçamento entre plantas, associada à menor acomodação das partículas em função do menor tempo de decomposição do substrato. A menor

PT deste tratamento é corroborada pelas menores médias de CRA observadas, tanto neste substrato (9,9%), como nesta forma de condução de plantas (11,0%). Assim como observou-se maior CRA no substrato de 2º uso, por consequência observou-se também nitidamente aumento da AR (Tabela 1).

O discreto aumento da CE após o 2º uso do substrato, indica ausência de salinidade na CAIN, mesmo após 2 cultivos seguidos. Isto reforça a possibilidade de reutilização deste material como substrato em cultivo subsequente. O substrato de 2º uso também ocasionou um menor pH ao final do cultivo, indicando naturalmente sua estabilização após a contínua passagem da solução nutritiva pelos canais.

As melhores respostas produtivas (Tabela 2), obtidas com o cultivo em substrato de 2º uso, discordam do observado por Neutzling (2018), que obteve em cultivo de verão-outono, rendimento de pepino conserva semelhante entre substratos de 1º e 2º uso.

As plantas cultivadas no substrato de 1º uso apresentaram desenvolvimento visualmente muito lento, o que está associado ao estresse hídrico, devido à baixa reserva de água, definida pela baixa CRA da CAIN no início do cultivo (Tabela 1), associadas às temperaturas tipicamente elevadas do período de estabelecimento da cultura, com média das temperaturas máximas de 35,7°C nos 30 primeiros dias após o transplante. As plantas cultivadas no substrato de 2º uso não aparentaram problemas de estresse no período pós-transplante, o que é atribuível à maior reserva hídrica, em função da maior CRA deste meio. De maneira similar, Neutzling (2018) também relata, em cultivo de verão-outono, a dificuldade de estabelecimento de plantas de pepineiro em substrato de CAIN de 1º uso e ausência de problemas de estresse hídrico no substrato de 2º uso.

Como consequência, o número médio e o rendimento de frutos por unidade de área das plantas do substrato de 2º uso foram notavelmente superiores. Adicionalmente, somente essas plantas alcançaram o peso médio de frutos mínimo, exigido para a comercialização, de 1 a 3 kg (Almeida, 2006), bem como rendimento de frutos/m² semelhante aos já encontrados, anteriormente, por outros autores (Campagnol et al., 2012; Campagnol et al., 2016).

Embora os frutos das plantas do substrato de 1º uso tenham apresentado menor concentração de SST (Tabela 2), o valor de 9,7 °Brix, ainda encontra-se acima da recomendação da União Européia, para a qual o valor mínimo comercialmente aceito para melancia é de 9°Brix (Dias & Lima, 2010). O efeito do tempo de uso do substrato sobre a concentração de SST não se estendeu para a ATT e a relação SST/ATT. A média de relação SST/ATT de 59,4 é similar aos resultados encontrados por Campagnol (2009), porém abaixo

dos valores encontrados por Campagnol et al. (2012), em ambos os trabalhos, em cultivo de minimelancia tutorada. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a relação SST/ATT é a variável mais representativa do equilíbrio entre açúcares e acidez de frutos.

Efeito do número de hastes

Em ambos os experimentos, plantas com duas hastes apresentaram número de frutos por planta similar, porém, maior produção por planta e menor número de frutos por m².

Ainda que sem diferir estatisticamente, a combinação dos superiores valores absolutos do número de frutos planta⁻¹ com os valores de massa média de frutos, levou à maior produção por planta das plantas de duas hastes, no experimento 1 (Tabela 2). Situação semelhante ocorreu no experimento 2, com aumento de 27% na massa média de frutos (Tabela 2), corroborando com resultados em minimelancia (Campagnol et al., 2016) e melão (Barni et al., 2003), possivelmente devido à maior área foliar e desta forma maior potencial de síntese de fotoassimilados (Reis et al., 2013).

Deve-se levar em conta, neste caso, que a menor densidade das plantas de duas hastes, possivelmente, teve influência sobre tais resultados. Aumento de massa média de frutos com diminuição da densidade foram encontrados por Rodrigues (2012) em minimelancia e Resende e Costa, (2003) em melancia Crimsom Sweet.

Quando contabilizados o número de frutos e o rendimento por m² (Tabela 2), as plantas de duas hastes não alcançaram a produtividade da população de plantas de uma haste e os seus frutos apresentaram menor concentração de SST no experimento 1 (Tabela 2). Já no experimento 2, devido ao elevado coeficiente de variação, não houve diferença estatística significativa referente ao rendimento por m² entre as formas de condução, porém o comportamento dos dados apresentou tendência semelhante. Observa-se que, para os aspectos de produtividade por unidade de área, plantas de duas hastes não se comportaram como duas plantas de haste única, embora com dois meristemas apicais e, supostamente, maior síntese de auxinas e maior área foliar. Comportamento semelhante por unidade de área foi observado por Montezano (2007) em meloeiro cultivado também sob uma perspectiva de metade da população de plantas, mas com igual densidade de hastes/m².

Deve-se considerar que as plantas com duas hastes contavam com um único sistema radicular, oriundo de uma única semente. Segundo Bohm (1979) e Santos Júnior (2007), as raízes da melancia são conhecidamente pouco abrangentes e, portanto, de difícil amostragem, razão pela qual pouco se sabe sobre sua dinâmica de crescimento. Estima-se que, apesar de

apresentarem maior produção de frutos por planta (Tabela 2), as plantas de duas hastes não tiveram absorção de água e nutrientes minerais suficientes para atender à demanda das duas hastes, ao ponto de compensar a absorção do sistema radicular de duas plantas de haste única cultivadas em um mesmo volume de substrato. Isso explicaria o menor rendimento por unidade de área.

Ainda assim, no experimento 1, o rendimento de $6,1 \text{ kg/m}^2$ das plantas de duas hastes foi semelhante ao valor de $6,7 \text{ kg/m}^2$, observado por Campagnol et al. (2016), estudando plantas de duas hastes, com densidades de 2,40 e 4,80 plantas m^2 , as quais são muito maiores do que a empregada no presente trabalho ($1,45 \text{ plantas/m}^2$). Porém, as plantas de uma haste, na densidade de 2,9 plantas/ m^2 apresentaram rendimento de $9,7 \text{ kg/m}^2$, notavelmente superior ao valor de $4,7 \text{ kg/m}^2$, observado por Campagnol et al. (2012), em plantas de haste única na densidade de 3,17 plantas/ m^2 .

Verificou-se que as plantas de duas hastes apresentaram frutos com maior média de ATT e menor SST e, conseqüentemente, menor relação SST/ATT no experimento 1 (Tabela 3). Esses resultados podem ser justificados pela maior competição por fotoassimilados dentro da planta de duas hastes, levando à menor concentração de açúcares nos frutos, enquanto os ácidos orgânicos se concentram relativamente, conforme sugerido por Heine et al. (2015) para os frutos de tomateiro. Sendo a SST/ATT resultado da combinação entre a concentração de açúcares e acidez, no experimento 1, os frutos de plantas com uma haste, cultivadas em vasos, sistema onde se observou menor CRA do substrato e, portanto, menor disponibilidade hídrica, tiveram maior SST e menor acidez (0,1) e, por conseqüência, maior relação SST/ATT (88,7), resultados concordantes com os encontrados por Heine et al. (2015).

Conclusões

Os sistemas de cultivos de vasos e de calhas afetam positivamente as características físicas da casca de arroz *in natura*, porém no sistema de calhas este efeito é superior. O sistema de calhas não altera a produtividade e a qualidade dos frutos de minimelancia em relação ao sistema de vasos. Portanto, pode-se optar por um ou outro para o cultivo de minimelancia em substrato de casca de arroz *in natura* com recirculação do lixiviado.

As características físicas do substrato, a produtividade e a qualidade dos frutos melhoram com a reutilização da casca de arroz *in natura* em segundo ciclo de cultivo. A casca de arroz *in natura* apresenta baixa salinidade, mesmo após dois ciclos de cultivo.

A maior densidade de plantas no cultivo com uma haste, promove o aumento do espaço

de aeração e a porosidade total da casca de arroz de primeiro uso, o que não ocorre com o cultivo de plantas de duas hastes.

A produção por unidade de área e a qualidade dos frutos de plantas de duas hastes, cultivadas na metade da densidade populacional para igual volume de substrato, não alcança às das plantas de haste única.

Referências

- Almeida, D. (2006). *Manual de culturas hortícolas*. Lisboa: Ed. Presença.
- Barni, V., Barni N.A., & Silveira, J.R.P. (2003). Meloeiro em estufa: Duas hastes é o melhor sistema de condução. *Ciência Rural*, 33, 1039-1043.
- Bohm, W. (1979). *Methods of studying root system*. Berlin: Spring Verlang, 187.
- Boodt, M., & Verdonck, O. (1972). The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Horticulturae*, v.26, p.37-44, 1972. doi: 10.17660/ActaHortic.1972.26.5
- Casas-Castro, A. (1999). Formulación de la solución nutritiva. Parámetros de ajuste. In Fernández, M.F., & Cuadrado, I.M.G (Eds), *Cultivos sin Suello II*, 2ª ed, Almería, (pp.257-266).
- Campagnol, R. (2009). *Sistemas de condução de mini melancia cultivada em ambiente protegido*. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, Brasil.
- Campagnol, R., Mello, S.C., & Barbosa, J.C. (2012). Vertical growth of mini watermelon according to the training height and plant density. *Horticultura Brasileira*, 30, 726-732. doi: 10.1590/S0102-05362012000400027
- Campagnol, R., Matsuzaki, R.T., & Mello, S.C. Condução vertical e densidade de plantas de minimelancia em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira* v. 34, p. 137-143, 2016. doi: 10.1590/S0102-053620160000100021.
- Chitarra, M.I.F., & Chitarra, A.B. (2005). *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: UFLA, 785.
- Cadahia, C. (1998). *Fertirrigacion: cultivos hortícolas y ornamentales*. Madrid: Mundi-Prensa, 475.
- Dias, R.C.S., & Lima, M.A.C. (2010). *Colheita e pós-colheita*. In: Versão eletrônica. Sistemas de produção de melancia. Embrapa informação tecnológica/Embrapa semiárido. Retrieved Jul 15, 2019, <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/>
- Fermino, M. H. (2014). *Substratos: composição, caracterização e métodos de análise*. Guaíba:

Agrolivros, 112.

- Gomes, R. F., Santos, L. S., Braz, L. T., Andrade, F. L. N., & Monteiro, S. M. F. (2019). Number of stems and plant density in mini watermelon grown in a protected environment. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 49,01-08. doi: 10.1590/1983-40632019v49s4196
- Goto, R., Hora, R. C. Da., & Demant, L. A. R. (2005). *Cultivo protegido no Brasil: histórico, perspectivas e problemas enfrentados com sua utilização*. In: Bello Filho, F., Santos, H. P. dos, & Oliveira, P. R. D. De. Seminário de Pesquisa sobre Fruteiras Temperadas. Bento Gonçalves, RS. Programas e Palestras. Embrapa Uva e Vinho, junho, 27-29.
- Heine, A. J. M., Moraes, M. O. B., Porto, J. S., De Souza, J. R., Rebouças, T. N. H., & Santos, B. S. R. (2015). Número de haste e espaçamento na produção e qualidade do tomate. *Scientia Plena*, 11(09): 1-10. doi: 10.14808/sci.plena.2015.090202
- Hofmann, G. (1970). Verbindliche methoden zur untersuchung von TKS und gartnerischen erden. *Mitteilungen der VSLUFA*, 6, 129-153.
- Hust (2010). Commercial watermelon production/ harvest and handling. p. 29-31. Retrieved Jul16, 2019, http://www.org/media/cms/B996_B3D54D90a36C.pdf
- Kämpf, A. N. (2005). *Produção Comercial de Plantas Ornamentais*. 2.ed. Guaíba: Agrolivros.
- Marques, G. N. (2013). *Crescimento e consumo hídrico de genótipos de minimelancia em sistema hidropônico sob ambiente protegido*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.
- Montezano, E. M. (2007). *Sistemas de cultivo sem solo para a cultura do meloeiro*. Tese de doutorado, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.
- Neutzling, C. (2018). *Reutilização de substrato de casca de arroz in natura em sistema de calhas com recirculação do lixiviado para cultivo de híbridos de pepineiro conserva*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.
- Peil, R. M. N., & Signorini, C. (2018). Aspectos técnicos e ambientais da produção de hortaliças de fruto em sistemas “abertos” e “fechados” de cultivo em substrato. *Anais De Resumos Expandidos Do XI Encontro Nacional Sobre Substrato Para Plantas – XI Ensub*, Canela.
- Perin, L., Peil, R. M.N., Hohn, D., Rosa, D.S.B., Wieth, A.R., & Grolli, P. R. (2018). Trough and pot crop systems with leaching recirculation and defoliation levels for mini tomatoes. *Acta scientiarum Agronomy*, 40, 34992. doi: 10.4025/actasciagron.v40i1.34992
- Reis, L. S., De Azevedo, C. A., Albuquerque, A. W., & Junior, J. F (2013). Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido. *Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17, 386-391. doi: 10.1590/S1415-43662013000400005
- Requena, G. (1999). *Cultivo hidropônico de la sandía*, in: Fernández, M.F., Gómez, I.M.C. Cultivos sin suelo II. Dirección general de investigación y formación para investigación agraria en la provincia de almería/ caja rural de Almería (edits). Curso superior de

especialización, 5, 573-579.

Resende, G.M., & Costa, N.D. (2003). Características produtivas da melancia em diferentes espaçamentos de plantio. *Horticultura Brasileira*, 21, 695-698.

Rodrigues, S. (2012). *Produção e partição de biomassa, produtividade e qualidade de mini melancia em hidroponia*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.

Rosa, D. S. B., Peil, R. M. N., Perin, L., Hohn, D., Weith, A. R., & Grolli, P. R. (2016, setembro). Reutilização de substrato de casca de arroz e número de hastes para o tomateiro grape em sistema com recirculação da solução nutritiva. *Anais de resumos expandidos do XI Encontro Brasileiro de Hidroponia e III Simposio Brasileiro De Hidroponia*. Florianópolis, SC, Brasil, 73.

Santos Júnior, J. D. G., Sá, M. D., Ferreira, E. A. B., Resck, D. V. S., & Lavres Júnior, J.O. (2007). Sistema Minirhizotron no estudo da dinâmica das raízes. Planaltina - DF: Embrapa Cerrados, 24 p. Documento 203.

Taiz, L., & Zeiger, E. Moller, I.; Murphy, A (2017). *Fisiologia de desenvolvimento vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 6. ed, 858.

Tabela 1. Características físicas do substrato de casca de arroz *in natura* antes e após o cultivo em vasos e calhas (experimento 1) e em substrato de 1º e 2º uso (experimento 2), oriundos do cultivo de plantas de minimelancia de uma haste e de duas hastes (experimentos 1 e 2). Pelotas, UFPel, 2019.

Casca de arroz <i>in natura</i> nova										
	DS (kg m ⁻³)	PT (%)	EA (%)	AFD (%)	AR (%)	CRA10 (%)	CE (mS m ⁻¹)	pH (H ₂ O)		
	107,35	66,71	59,79	0,26	7,58	7,92	0,12	6,3		
Experimento 1: sistema x número de hastes										
Vasos	80,3 ns	72,9 b*	61,7 ns	2,1 b	9,1 b		6,3b			
Calhas	82,7	78,8 a	63,2	3,1 a	12,4 a		6,7a			
1 haste	81,8 ns	75,1 ns	61,6 ns	2,8 a	10,7 ns		6,4 ns			
2 hastes	81,1	76,6	63,3	2,4 b	10,8		6,6			
CV (%)	2,8	2,3	2,8	6,1	2,9		0,4			
CRA10 (%)					CE (mS cm ⁻¹)					
	Vasos		Calhas		Vasos		Calhas			
1 haste	11,6 b A**		15,5 a A		0,13 a A		0,06 b A			
2 hastes	10,8 b B		15,7 a A		0,10 a B		0,05 b A			
CV (%)	1,6				9,3					
Experimento 2: substrato x número de hastes										
	DS (kg m ⁻³)		PT (%)		EA (%)					
	1º uso	2º uso	1º uso	2º uso	1º uso	2º uso				
1 haste	77,9 b B**	83,3 a A	73,0 a A	71,6 a B	62,9 a A	59,0 b B				
2 hastes	82,9 a A	77,2 b B	64,4 b B	77,8 a A	54,7 b B	65,7 a A				
CV (%)	1,4		2,1		2,6					
	AFD (%)				CE (mS m ⁻¹)					
	1º uso		2º uso		1º uso		2º uso			
1 haste	1,9 b A**		2,5 a A		0,09 b A		0,13 a B			
2 hastes	2,0 a A		1,3 b B		0,07 b B		0,15 a A			
CV (%)	5,1				5,96					
	CRA10 (%)		AR (%)		pH (H ₂ O)					
	Substrato	Hastes	Substrato	Hastes	Substrato	Hastes				
1º uso	9,9 b*	1 11,4 ns	1º uso 7,9 b	1 9,0 a	1º uso 6,2 a	1 6,0 ns				
2º uso	12,4 a	2 11,0 a	2º uso 10,4 a	2 9,2 a	2º uso 5,5 b	2 5,8				
CV (%)	1,3		2,2		1,47					

Médias seguidas por “ns” não apresentam diferença significativa ($P > 0,05$), para cada fator avaliado.*Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si ($P < 0,05$), para cada fator avaliado; **Médias seguidas por letra minúscula na linha referem-se ao fator sistema/substrato, e médias seguidas por letra maiúscula na coluna referem-se ao fator número de hastes. CRA10: capacidade de retenção de água a 10 cm de profundidade; DS: densidade seca; PT: porosidade total, EA: espaço de aeração; AFD: água facilmente disponível; AR: água remanescente; CE: condutividade elétrica; pH: potencial hidrogeniônico.

Tabela 2. Efeito do sistema de cultivo (experimento 1), do tempo de uso do substrato de casca de arroz *in natura* (experimento 2) e do número de hastes da planta (experimentos 1 e 2) sobre os componentes do rendimento e SST de frutos de minimelancia. Pelotas, UFPel, 2019.

	Número de frutos/planta	Massa média de frutos	Produção de frutos (kg/planta)	Número de frutos/m ²	Rendimento de frutos (kg/m ²)	SST (°Brix)
Experimento 1: sistema x número de hastes						
Sistema						
Calhas	2,8 ns	1,4 ns	3,9 ns	5,8 ns	8,0 ns	11,2 ns
Vasos	2,6	1,4	3,7	5,6	7,9	10,2
Hastes**						
1	2,5 ns	1,4 ns	3,4 b*	7,3 a	9,7 a	11,4 a
2	2,9	1,5	4,2 a	4,2 b	6,1 b	10,0 b
CV (%)	16,7	14,8	15,6	17,1	15,2	8,2
Experimento 2: substrato x número de hastes						
Substrato						
1º uso	1,0 b*	0,72 b	0,8 b	2,2 b	1,7 b	9,71 b
2º uso	2,7 a	1,0 a	2,6 a	5,9 a	5,3 a	10,48 a
Hastes**						
1	1,8 ns	0,7 b	1,4 b	5,3 a	4,0 ns	10,1 ns
2	1,9	1,0 a	2,1 a	2,8 b	3,0	10,1
CV (%)	32,0	18,9	31,1	37,04	35,8	3,7

Médias seguidas por “ns” não apresentam diferença significativa ($P > 0,05$), para cada fator avaliado. *Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si ($P < 0,05$), para cada fator avaliado; **Plantas de uma haste foram cultivadas na densidade de 2,9 plantas/m² e plantas de duas hastes na densidade de 1,45 plantas/m²; SST: Sólidos solúveis totais

Tabela 3. Acidez total titulável (ATT; g 100 mL⁻¹) e Relação sólidos solúveis totais/ acidez total titulável (SST/ATT) de frutos de minimelancia oriundos do cultivo em vasos ou calhas (experimento 1), substrato de 1º e 2º uso (experimento 2) e com uma e duas hastes (experimentos 1 e 2). Pelotas, UFPel, 2019.

		ATT (g 100mL)		Relação SST/ATT	
Experimento 1: sistema x número de hastes					
	Vasos	Calhas	Vasos	Calhas	
1 haste	0,1 b B**	0,2 a B	88,7 a A	49,3 b A	
2 hastes	0,5 a A	0,4 b A	18,6 b B	30,5 a B	
	CV (%)	13,5		12,4	
Experimento 2: substrato x número de hastes					
	Substrato	Nº de hastes	Substrato	Nº de hastes	
1º uso	0,2 ns	1 0,2 ns	1º uso 59,4 ns	1 58,3 ns	
2º uso	0,2	2 0,2	2º uso 59,5	2 60,6	
	CV(%)	25,5		24,4	

Médias seguidas por “ns” não apresentam diferença significativa ($P > 0,05$), para cada fator avaliado.**Médias seguidas por letra minúscula na linha referem-se ao fator sistema, e médias seguidas por letra maiúscula na coluna referem-se ao fator número de hastes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos que tem por objetivo promover novas alternativas para a produção, bem como a adoção de técnicas que impliquem em redução de custos e praticidade tornam-se relevantes quando geram resultados concretos, que, uma vez levados ao conhecimento do produtor, podem contribuir para o desenvolvimento da propriedade rural.

Através das análises dos substratos, observou-se gradual melhoria das características físicas da casca de arroz *in natura*, o que reforça sua viabilidade de reutilização, sendo este fator determinante para a tomada de decisão do produtor ao optar por mais um ciclo de cultivo fora do período ideal de produção da minimelancia.

Ambos sistemas de cultivo (vasos e calhas) tiveram produtividade e crescimento considerados adequados para as condições de realização do experimento, na primavera-verão. No entanto, observou-se maior retenção de água no sistema de calhas, razão que reforçou a opção de intensificar os estudos sobre este sistema no experimento subsequente, no verão-outono, sendo esta época de maior dificuldade de produção, devido às típicas altas temperaturas do período. Adicionalmente, o sistema de calhas se caracteriza por sua maior praticidade e elevada durabilidade, sendo possível a sua construção pelo próprio agricultor, diminuindo os custos de produção.

Cabe observar como o padrão de crescimento e a produtividade das plantas foram alterados de uma estação à outra. Resultados referentes à partição de massa seca mostram que, no cultivo de primavera, na média, a proporção de massa seca destinada aos frutos foi de 75 %. Porém, no ciclo de verão-outono, este valor caiu para 63 %. Observando-se mais especificamente o substrato de 1º uso para esta análise, constata-se redução de mais 10%, sendo a MS destinada aos frutos, neste caso, de 53%. Conseqüentemente, estes resultados refletiram-se no rendimento da cultura, que foi em média de 7,92 kg/m² no cultivo de primavera-verão, caindo para 3,5 kg/m² no verão-outono, e mais especificamente no substrato de 1º uso, para somente 1,7 kg/m².

Atribui-se a diminuição dos rendimentos à elevada temperatura do início do cultivo de verão-outono, prejudicando o estabelecimento das mudas no sistema de cultivo e, no caso do substrato de 1º uso, isso foi agravado pela baixa CRA. Altas

temperaturas também ocorreram no cultivo de primavera-verão, porém em fase de grande desenvolvimento do dossel, o que outorga às plantas maior tolerância.

Isso confirma que, apesar da utilização de híbridos geneticamente melhorados, as variações dos elementos do clima podem interferir na distribuição de massa seca entre os órgãos das plantas, alterando conseqüentemente o rendimento da cultura em diferentes épocas do ano. Entretanto, apesar da menor produtividade apresentada no verão/outono, enfatiza-se que os rendimentos obtidos neste ciclo foram semelhantes aos habitualmente verificados no estado para a produção de frutos grandes em cultivo convencional no solo.

Importante verificar que a reutilização do substrato não causa prejuízos à produtividade, pelo contrário, a eleva em condições predisponentes ao estresse hídrico. Além disso, confere redução de custos e praticidade, uma vez que não há retirada do substrato utilizado, sendo desnecessárias a aquisição e reposição de substrato novo nos canais. Ainda, atrelado a essa técnica, o reaproveitamento da solução nutritiva, através do sistema de recirculação do lixiviado, favorece a economia de água e fertilizantes, além de evitar riscos de contaminação ambiental.

Ainda assim, a continuidade das avaliações para maior número de ciclos subseqüentes seria primordial para definir o tempo possível de utilização do mesmo substrato na calha, sem efeitos negativos sobre o rendimento e a sanidade da cultura.

Outro aspecto importante a ser observado foi o comportamento semelhante, em ambos os ciclos, de grande parte das variáveis de produtividade e crescimento. Plantas de duas hastes desenvolveram-se individualmente mais do que as de uma haste (maior número de folhas planta⁻¹, área foliar planta⁻¹, peso fresco e seco de folhas, caules e frutos planta⁻¹, massa seca total planta⁻¹), porém não compensadamente ao grupo de plantas de uma haste, que devido ao espaçamento reduzido à metade, apresentaram maior rendimento de biomassa e produtividade por unidade de área (índice de área foliar, massa fresca de frutos m⁻², massa seca de folha, caule e frutos m⁻² e massa seca total m⁻²). Sugere-se, neste caso, que as plantas de duas hastes não tiveram potencial de absorção suficiente à demanda hídrica das duas hastes, e no sistema de calhas, possivelmente devido à baixa colonização de raízes em relação ao volume de substrato disponível.

Referências

- ALMEIDA, D. **Manual de culturas hortícolas**. Lisboa: Ed. Presença, v.2, p. 325, 2006.
- ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Ed. UFSM. Santa Maria, 1999, 158 p.
- BARNI, V.; BARNI N.A.; SILVEIRA, J.R.P. Meloeiro em estufa: Duas hastes é o melhor sistema de condução. **Ciência Rural**, v. 33, p. 1039-1043, 2003.
- BOHM, W. **Methods of studying root system**. Berlin: Spring Verlang, 1979, 187 p.
- BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.26, p.37-44, 1972.
- CAMPAGNOL, R. **Sistemas de condução de mini melancia cultivada em ambiente protegido**. 80f. 2009. Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2009.
- CAMPAGNOL, R.; MELLO, S.C.; BARBOSA, J.C. Vertical growth of mini watermelon according to the training height and plant density. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 726-732, 2012.
- CAMPAGNOL, R.; MATSUZAKI, R.T.; MELLO, S.C. Condução vertical e densidade de plantas de minimelancia em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 137-143, 2016.
- CARINI, F. **Sistemas de cultivo sem solo para a cultura do tomateiro sob uma perspectiva de baixo impacto ambiental**. 2016. 99f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.
- CARRIJO, O.A. *et al.* Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, 326 Brasília, v.22, n.1, p.05-09, 2004.
- CASAS CASTRO, A. **Formulación de la solución nutritiva**. Parámetros de ajuste. In: FÉRNANDEZ, M.F., CUADRADO, I.M.G (eds). *Cultivos sin Suello II*, 2ª ed, Almería: p. 257-266, 1999.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- CADAHIA, C. **Fertirrigacion: cultivos hortícolas y ornamentales**. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. 475p.
- DIAS, R.C.S.; LIMA, M.A.C. **Colheita e pós-colheita**. In: Versão eletrônica. *Sistemas de produção de melancia*. Embrapa informação tecnológica/Embrapa semiárido, 2010. Disponível em:

<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/>. Acesso em: 01 jul. 2019.

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

FAOSTAT, 2017: **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: em 12 ago. 2019.

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

FURLANI, P. R. *et al.* **Produção em substrato e em hidroponia**. In. ALVARENGA, M. A. R. Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. 2º ed. Lavras: UFLA, 2013.

GOMES, R. F. *et al.* Number of stems and plant density in mini watermelon grown in a protected environment. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, pag 01-08, 2019.

GOMES, R. F. *et al.* Number of stems and plant density in mini watermelon grown in a protected environment, **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, pag 01-08, 2019.

GOTO, R.; HORA, R. C. da.; DEMANT, L. A. R. **Cultivo protegido no Brasil: histórico, perspectivas e problemas enfrentados com sua utilização**. In: BELLO FILHO, F.; SANTOS, H. P. dos; OLIVEIRA, P. R. D. de. Seminário de Pesquisa sobre Fruteiras Temperadas. Bento Gonçalves, RS. Programas e Palestras. Embrapa Uva e Vinho, junho, p.27-29. 2005.

GRANGEIRO, C. L. *et al.* Acúmulo e exportação de nutrientes pela cultivar de melancia mickylee. **Caatinga**, v. 18, n. 2, p. 73-81, 2005.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Qualidade de frutos de melancia em função de fontes e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 647-650, 2004.

HEINE, A. J. M. *et al.* Número de haste e espaçamento na produção e qualidade do tomate. **Scientia Plena**, v. 11, n. 09, 2015.

HOFMANN, G. Verbindliche methoden zur untersuchung von TKS und gartnerischen erden. **Mitteilungen der VSLUFA**, v.6, p.129-153, 1970.

HUST. **Commercial watermelon production/ harvest and handling**. p. 29-31, 2010. Disponível em: http://www.org/media/cms/B996_B3D54D90a36C.pdf. Acesso em 03/10/2019.

KÄMPF, A. N. **Produção Comercial de Plantas Ornamentais**. 2.ed. Guaíba: Agrolivros. 2005.

MAPA. **Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento**. Portaria MAPA 204, 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco->

agropecuario/portarias/safra-2016-2017/rio-grande-do-sul/word/port-no-204-melancia-rs.rtf/view. Acessado em: 12 de agosto de 2019.

MARCELIS, L. F. M. Simulation of biomass allocation in greenhouse croMS: a review. **Acta Horticulturae**, n. 328, p. 49-67, 1993.

MARQUES, G. N. **Crescimento e consumo hídrico de genótipos de minimelancia em sistema hidropônico sob ambiente protegido**. 2013. 96f. Dissertação (Mestrado) - Programa de pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

MARTINS, S.R. *et al.* Produção de melão em função de diferentes sistemas de condução de plantas em ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, v. 16, n. 1, p. 24-30, 1998.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MONTEZANO, E. M. **Sistemas de cultivo sem solo para a cultura do meloeiro**. 2007. 141f. Tese (Doutorado) - Programa de pós-graduação em Produção Vegetal. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.

MINAMI, K.; PUCHALA, B. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, p.162-163, 2000.

NEUTZLING, C. **Reutilização de substrato de casca de arroz *in natura* em sistema de calhas com recirculação do lixiviado para cultivo de híbridos de pepineiro conserva**. 2018. 99f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

PEIL, R.M.; LÓPEZ-GÁLVEZ, J. Fruit growth and biomass allocation to the fruit in cucumber: effect of plant density and arrangement. **Acta Horticulturae**, v. 588, p. 75-80, 2002.

PEIL, R. M. N., SIGNORINI, C. **Aspectos técnicos e ambientais da produção de hortaliças de fruto em sistemas “abertos” e “fechados” de cultivo em substrato**. In: ANAIS DE RESUMOS EXPANDIDOS DO XI ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS – XI ENSUB, Canela, 2018.

PERÍN, L. *et al.* Trough and pot crop systems with leaching recirculation and defoliation levels for mini tomatoes. **Acta scientiarum Agronomy**, v. 40, p. 34992, 2018.

REIS, L. S. *et al.* Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 386-391, 2013.

REQUENA, G. **Cultivo Hidropônico De La Sandía**, In: Fernández, M.F.; Gómez, I.M.C. Cultivos sin Suelo II. Dirección General De Investigación Y Formación Para Investigación Agraria En La Provincia De Almería/ Caja Rural De Almería (Edits).

Curso Superior De Especialización, v.5, p.573-579,1999.

RESENDE, G.M.; COSTA, N.D. Características produtivas da melancia em diferentes espaçamentos de plantio. **Horticultura Brasileira**, v.21, p.695-698, 2003.

RODRIGUES, Silvana. **Produção e partição de biomassa, produtividade e qualidade de mini melancia em hidroponia**. 2012. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

ROSA, D. S. B. *et al.* **Reutilização de substrato de casca de arroz e número de hastes para o tomateiro grape em sistema com recirculação da solução nutritiva**. In: ANAIS DE RESUMOS EXPANDIDOS DO XI ENCONTRO BRASILEIRO DE HIDROPONIA E III SIMPOSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA. Florianópolis, p.73-76. 2016.

SANTOS JÚNIOR, J. D. G. *et al.* **O Sistema Minirhizotron no estudo da dinâmica das raízes**. Planaltina - DF: Embrapa Cerrados, 24 p. Documento 203, 2007.

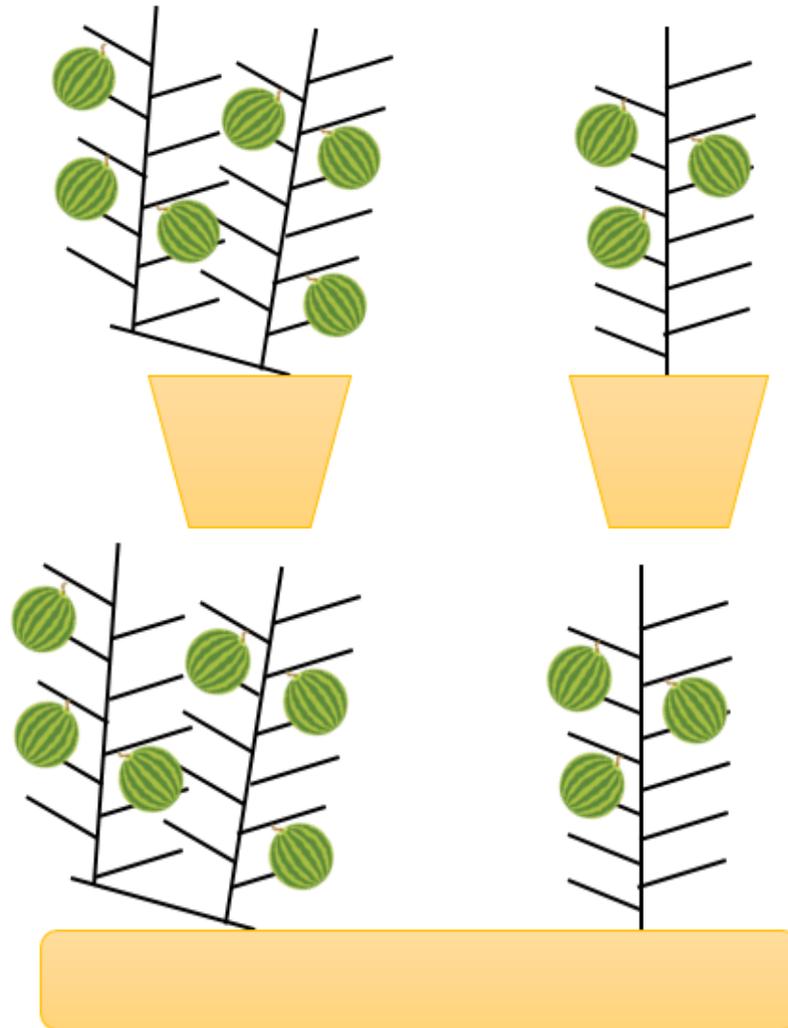
STRASSBURGER A.S. *et al.* Crescimento e produtividade da abobrinha italiana: efeito da concentração iônica da solução nutritiva. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32 n.2, p.553-564, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TANAKA, A.; FUJITA, K. Growth, photosynthesis and yield components in relation to grain yield of the field bean. **J. Fac. Agric. Hokkaido**, v.59, n.2, p.145-238,1979.

WATANABE, S.; NAKANO, Y.; OKANO, K. Relationships between total leaf area and fruit weight in vertically and horizontally trained watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai plants]. **Journal of the japanese society for horticultural science** v. 70, p. 725-732, 2001.

Apêndices



Apêndice 1 - Representação esquemática de plantas e de frutos de minimelancia em vasos (acima) e em calhas (abaixo). Sistema de condução em duas hastas (à esquerda) e em haste única (à direita).