

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



Tese

**Produção de mudas e reutilização de substrato para morangueiro em sistema
com recirculação da solução nutritiva**

Douglas Schulz Bergmann da Rosa

Pelotas, 2021

Douglas Schulz Bergmann da Rosa

**Produção de mudas e reutilização de substrato para morangueiro em sistema
com recirculação da solução nutritiva**

Tese 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 Doutor em Agronomia.

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

Pelotas, 2021

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

R788p Rosa, Douglas Schulz Bergmann da

Produção de mudas e reutilização de substrato para morangueiro em sistema com recirculação da solução nutritiva / Douglas Schulz Bergmann da Rosa ; Roberta Marins Nogueira Peil, orientadora. — Pelotas, 2021.

142 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. *Fragaria x ananassa* Duch. 2. Cultivo sem solo. 3. Casca de arroz carbonizada. 4. Muda nacional. 5. Muda importada. I. Peil, Roberta Marins Nogueira, orient. II. Título.

CDD : 634.75

Douglas Schulz Bergman da Rosa

Título: Produção de mudas e reutilização de substrato para morangueiro em sistema com recirculação da solução nutritiva

Tese aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 06/01/2021

Banca examinadora:

Prof. Dra. Roberta Marins Nogueira Peil (Orientador)
Doutor em Agronomia pela Universidad de Almería.

Prof. Dr. Paulo Roberto Grolli
Doutor em Ciências Vegetais pela Universidade de Pisa.

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

Prof. Dr. Gabriel Nachtigall Marques
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Dedico este trabalho a minha mãe e irmã, Ana Lúcia e Fernanda, pelo incentivo e esforço para a minha formação. Aos agricultores, grandes motivadores para realização deste estudo.

Agradecimentos

A Deus, por abençoar e guiar minha trajetória, em todos os momentos de minha vida e principalmente nas minhas escolhas.

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 Doutor e as Universidades de Oviedo e de Huelva (Espanha), pela oportunidade de realização do intercâmbio e pela receptividade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos e por possibilitar a realização de um grande sonho, doutorado sanduíche.

A minha mãe Ana Lúcia, pelo apoio incondicional desde o primeiro passo de minha vida estudantil, pela confiança, valores, por abdicar dos seus sonhos para crer nos meus, pela sua visão de futuro, e grande incentivadora, sendo, portanto, uma das principais coautoras deste trabalho.

A minha Irmã Fernanda, pela torcida, apoio, confiança, paciência, amizade e por tudo que a palavra irmão significa.

Aos meus tios, padrinhos, Albertina e Luiz (*in memoriam*), pela ajuda, carinho, credibilidade, confiança em mim depositados. E a todos os meus familiares, que sempre me apoiaram.

À professora Roberta Marins Nogueira Peil minha gratidão pela sua orientação, amizade, compartilhamento de conhecimento, por acreditar em minha capacidade profissional e acadêmica proporcionando oportunidades para o desenvolvimento da minha autonomia e autoconfiança. Enfim, um exemplo de caráter, ética e profissionalismo a ser seguido.

Ao professor Pedro Palência, por sua disponibilidade, acolhimento e oportunidades oferecidas, durante a realização do doutorado sanduíche.

Aos professores do programa de pós-graduação, pelos ensinamentos, sempre buscando o melhor, apesar das dificuldades.

Aos estagiários William Schaum e Thiago Luz, pela sua dedicação e compromisso com o experimento, sem a qual ajuda o trabalho se tornaria muito mais difícil.

Aos professores, colegas, amigos de pós-graduação, Paulo Grolli, Carlos Mauch, Gabriel Marques, Daniela Rodriguez, Chaiane Signorini, Cristiane Neutzling e

Lais Peri, pela ajuda na condução dos experimentos, conselhos, churrascos, festas e por tornarem o doutorado uma experiência muito mais agradável.

As amigas e companheiras de trabalho na Espanha, Cristina e Cinta, pelas risadas, ensinamentos da língua, companheirismo e amizade, “Viva Andalucía”!

Aos profissionais de saúde psicóloga Tatiana e a psiquiatra Gisele, pelo apoio, conselhos e orientação neste momento de intenso sentimentos.

Aos amigos e todas as pessoas que conheci durante esse período que de alguma forma contribuíram para a conclusão de mais uma etapa da minha vida.

*"A vida é o que fazemos dela. As viagens são os viajantes.
O que vemos não é o que vemos, senão o que somos."*

Fernando Pessoa

Resumo

ROSA, Douglas Schulz Bergmann da. **Produção de mudas e reutilização de substrato para morangueiro em sistema com recirculação da solução nutritiva**. 2020. 143f. **Tese** (Doutorado em Sistemas de Produção Agrícola Familiar) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O cultivo de morangueiro em substrato com recirculação da solução nutritiva drenada pode ser uma alternativa viável para a obtenção de alto rendimento e elevada qualidade de frutos, além de otimizar os recursos produtivos, com reduzido impacto ambiental. Todavia um dos principais entraves na produção brasileira de morangos, está no atraso na entrega do material, o que leva a transplantes tardios, retardando o início da colheita fazendo com que os produtores não consigam colocar o fruto no mercado na época de maior preço. Portanto, é importante que os sistemas de produção de mudas no Brasil sejam aprimorados, obtendo-se, assim, mudas de alta qualidade e que possibilitem o transplante precoce. Foram realizados, em um abrigo, localizado no município de Capão do Leão/RS, quatros experimentos em dois ciclos de cultivos, 2016/2017 e 2017/2018. No primeiro ciclo de cultivo, 2016/2017, dois experimentos foram executados: o Experimento 1 teve como objetivo estudar a influência da reutilização do substrato de casca de arroz carbonizada, o efeito do emprego de mudas da cultivar Aromas, produzidas nas condições locais e o arranjo de plantas na linha de cultivo, simples ou desencontrada, sobre a produção e distribuição da colheita. O Experimento 2 teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes tipos de mudas e sua procedência, das cultivares Aromas e Camarosa, sobre a produção de frutos. Os Experimentos 3 e 4, realizados no ciclo de cultivo 2017/2018, seguiram os mesmos fundamentos dos Experimentos 1 e 2, todavia sem a renovação de substrato ou muda, realizando-se apenas poda total das plantas, em 18 de março de 2017. A reutilização do substrato de casca de arroz carbonizada em cultivo subsequente tende a melhorar as respostas produtivas da cultura; mudas produzidas nas condições locais (experimento 1) apresentam produção de frutos inferior a das mudas importadas, 528,93 e 567,06g planta⁻¹, respectivamente, no primeiro ciclo, e de 813,50 e 1031,60g planta⁻¹, respectivamente, no segundo ciclo, todavia, antecipam o período de colheita, podendo ser uma alternativa frente à mudas importadas na obtenção de colheitas precoces; arranjo de plantas dentro da linha de cultivo não altera as respostas produtivas da cultura; mudas produzidas nas condições locais e com indução floral artificial não melhoram as respostas produtivas das plantas das cultivares “Camarosa” e “Aromas”; no primeiro ano de cultivo, as cultivares “Camarosa” e “Aromas”, apresentam comportamento produtivo semelhante ao de mudas locais sem tratamento de indução e ao de mudas importadas. No segundo ano de cultivo, podem inclusive apresentar respostas inferiores; mudas nacionais sem tratamento de indução da cultivar “Camarosa” propiciam produção de frutos comerciais superior à das mudas importadas em segundo ano de cultivo; para a cultivar “Aromas”, as mudas importadas promovem maior produção de frutos no segundo ano de cultivo; independente da cultivar, o cultivo de mudas produzidas condições locais com torrão permite antecipar o transplante, com ganhos na produ precoce, tornando-se uma alternativa frente à mudas importadas.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duch., cultivo sem solo, casca de arroz carbonizada, muda nacional e muda importada.

Abstract

ROSA, Douglas Schulz Bergmann da. **Propagation and reuse of substrate for strawberry crop in a closed system**. 2020. 143f. Doctoral thesis (Doctorate Degree in Sistemas de Produção Agrícola Familiar) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The cultivation of strawberry in substrate in a closed system can be a viable alternative for obtaining high yield and high quality of fruits, in addition to optimizing productive resources, with reduced environmental impact. However, one of the main obstacles in the Brazilian production of strawberries is the with the delay in delivering the material, which leads to late transplants, delaying the beginning of the harvest so that producers are unable to put the fruit on the market at the time of highest price. Therefore, it is important that the transplants production systems in Brazil are improved, thus obtaining high quality transplants that enable early transplantation. Thus, four experiments in two crop cycles, 2016/2017 and 2017/2018, were carried out in a shelter, located in the municipality of Capão do Leão / RS. In the first cultivation cycle, 2016/2017, two experiments were carried out: Experiment 1 aimed to study the influence of the reuse of the carbonized rice husk substrate, the effect of using transplants of cultivar Aromas, produced under local conditions and the arrangement of plants in the cultivation line, single or missing line, on the production and distribution of the harvest. Experiment 2 aimed to evaluate the effects of different types of transplants and their origin, of the cultivars Aromas and Camarosa, on fruit production. Experiments 3 and 4, carried out in the cultivation cycle 2017/2018, followed the same fundamentals as Experiments 1 and 2, however without the renewal of substrate or transplants, with only total pruning of the plants, on March 18, 2017. The reuse of the carbonized rice husk substrate in subsequent cultivation tends to improve the productive responses of culture; transplants produced under local conditions (experiment 1) show fruit production below that of imported seedlings, 528.93 and 567.06g plant⁻¹, respectively, in the first cycle, and 813.50 and 1031.60g plant⁻¹, respectively, in the second cycle, however, they anticipate the harvest period, which may be an alternative to imported transplants in order to obtain early harvests; arrangement of plants within the cultivation line does not alter the productive responses of the crop, transplants produced under local conditions and with artificial floral induction do not improve the productive responses of the plants of the cultivars "Camarosa" and "Aromas"; in the first year of cultivation, the cultivars "Camarosa" and "Aromas" have a productive behavior similar to that of local transplants without induction treatment and that of imported transplants. In the second year of cultivation, they may even present inferior responses; national transplants without induction treatment of the cultivar "Camarosa" provide commercial fruit production higher than that of imported transplants in the second year of cultivation; for the "Aromas" cultivar, the imported transplants promote greater fruit production in the second year of cultivation; regardless of the cultivar, the cultivation of transplants produced under local conditions with turf allows to anticipate the transplant, with gains in early product becoming an alternative to imported transplants.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duch., closed system, rice husk carbonized, national plung plants and imported transplants.

Lista de Figuras

ARTIGO II.....	80
-----------------------	-----------

Figura 1. Distribuição da produção de frutos comerciais da cultivar (A) “Aromas” e (B) “Camarosa”, nos dois ciclos de cultivo, 2016/2017 e 2017/2018, em função do tipo de muda empregada no cultivo do morangueiro em substrato com recirculação da solução nutritiva. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre os tratamentos e minúscula entre os meses de colheita, separadamente em cada ciclo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *CEASA (POA): Central Estadual de Abastecimento – Porto Alegre – Rio Grande do Sul.....93

Figura 2. Evolução da temperatura média, máxima e mínima diária do ar (°C) registradas na Estação Agrometeorológica de Pelotas (convênio UFPel/Embrapa), localizada a uma distância de aproximadamente 1000m do local do experimento: (A) período experimental 2016/2017 e (B) período experimental 2017/2018.....96

Apêndice A	107
-------------------------	------------

Figura 1A - Sacolas tubulares com substrato (slabs) provenientes de dois ciclos de cultivo, sofrendo o processo de solarização. Pelotas, 2016. Fonte: Douglas Schulz.....107

Apêndice B	107
-------------------------	------------

Figura 1B - Estrutura de cultivo protegido, abrigo, onde os experimentos foram desenvolvidos. Pelotas, 2016. Fonte: Douglas Schulz.....107

Apêndice C	108
-------------------------	------------

Figura 1C – Processo de obtenção de mudas com torrão com enraizamento em câmara de nebulização. Pelotas, 2016. Fonte: Douglas Schulz.....108

Apêndice D108

Figura 1D – Processo de indução artificial em estufa BOD de mudas com torrão. Pelotas, 2016. Fonte: Douglas Schulz.....108

Apêndice E109

Figura 1E – Leitos de cultivo para obtenção de mudas com raiz nua, seguido do processo de vernalização em estufa BOD. Pelotas, 2016. Fonte: Douglas Schulz.....109

Apêndice F110

Figura 1F. Distribución varietal (% de plantas) durante la campaña 2019-2020 (IFAPA, 2020)114

Figura 2F. Vista aérea del invernadero de la Escuela Técnica Superior de La Rábida, donde se realizarán los ensayos.....120

Figura 3F. Croqui del ensayo con macetas.....122

Figura 4F. Croqui del ensayo con macetas.....123

Lista de Tabelas

PROJETO DE PESQUISA.....22

Tabela 1 - Composição da solução nutritiva proposta por Sonneveld & Straver (1994) a ser empregada para a cultura do morangueiro..... 33

Tabela 2 – Informações relativas aos tratamentos experimentais e repetições adotadas nos anos agrícolas 2016 e 2017..... 34

Tabela 3 – Atividades previstas para 2015..... 42

Tabela 4 – Atividades previstas para 2016..... 42

Tabela 5 – Atividades previstas para 2017..... 43

Tabela 6 – Atividades previstas para 2018..... 43

ARTIGO I..... 57

Tabela 1 - Densidade úmida (DU), matéria seca (MS), densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD), capacidade de retenção de água (CMA), condutividade elétrica (CE) e pH dos substratos casca de arroz carbonizada sem uso e reutilizada..... 62

Tabela 2 - Efeito do tempo de uso do substrato de casca de arroz carbonizada sobre as variáveis produtivas do morangueiro (cultivar “Aromas”), em dois ciclos produtivos: produção de frutos comerciais (PFC) e número de frutos comerciais por planta (NFCP), percentagem de frutos não comerciais (PFNC), massa média de frutos comerciais (MMF) e teor de sólidos solúveis (SS), em sistema com recirculação da solução nutritiva..... 66

Tabela 3: Efeito da procedência da muda sobre as variáveis produtivas do morangueiro (cultivar “Aromas”), em dois ciclos produtivos: produção de frutos comerciais (PFC) e número de frutos comerciais por planta (NFCP), percentagem de frutos não comerciais (PFNC), massa média de frutos comerciais (MMF) e teor de sólidos solúveis (SS), em sistema de cultivo em substrato de casca de arroz carbonizada com recirculação da solução nutritiva.....67

Tabela 4: Efeito do arranjo de plantas sobre as variáveis produtivas do morangueiro (cultivar “Aromas”), em dois ciclos produtivos: produção de frutos comerciais (PFC) e número de frutos comerciais por planta (NFCP), percentagem de frutos não comerciais (PFNC), massa média de frutos comerciais (MMF) e teor de sólidos solúveis (SS), em sistema de cultivo em substrato de casca de arroz carbonizada com recirculação da solução nutritiva.....67

ARTIGO II..... 80

Tabela 1 - Efeito da cultivar e do tipo de muda de morangueiro sobre a produção de frutos comerciais (PFC), número de frutos comerciais por planta (NFCP), percentagem de frutos não comerciais (PFNC), massa média de frutos comerciais (MMF) e qualitativa, teor de sólidos solúveis (SS), em sistema com recirculação da solução nutritiva, no primeiro ciclo produtivo 2016/2017.....88

Tabela 2. Efeito da cultivar e do tipo de muda de morangueiro sobre a produção de frutos comerciais (PFC), número de frutos comerciais por planta (NFCP), percentagem de frutos não comerciais (PFNC), massa média de frutos comerciais (MMF) e qualitativa, teor de sólidos solúveis (SS), em sistema com recirculação da solução nutritiva, no segundo ciclo produtivo 2017/2018.....89

APENDICE F..... 110

Tabla 1F. Tratamientos con el peróxido de hidrógeno.....120

Tabla 2F: Resultados obtenidos en los ensayos con las macetas y las bolsas.....126

Sumário

INTRODUÇÃO	16
PROJETO DE PESQUISA.....	22
Identificação.....	22
Instituição.....	23
Equipe	23
1. Caracterização do problema.....	24
2. Objetivos e Metas.....	29
2.1 Objetivo geral	29
2.2 Objetivos específicos	29
2.3 Metas	29
4. Metodologia.....	30
3.1 Descrição dos experimentos.....	30
3.2.1 Avaliações e medidas experimentais.....	36
3.2.1.1 Crescimento e produção.....	36
3.2.1.2 Qualidade química dos frutos.....	37
3.2.1.3 Avaliações dos substratos e da solução nutritiva.....	37
3.2.1.4 Medidas agrometeorológicas.....	38
4. Resultados e Impactos esperados.....	39
5. Recursos necessário.....	40
6. Cronograma do projeto.....	42
7. Referências bibliográficas.....	44
RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO.....	49
ARTIGO I. Procedência da muda de morangueiro e reutilização de substrato de casca de arroz em sistema de cultivo em substrato.....	57
Resumo.....	57
Introdução	58

Material e métodos.....	61
Resultados e discussão	66
Conclusões.....	74
Agradecimentos	75
Referências.....	75
 ARTIGO II. procedência da muda de morangueiro e comportamento produtivo em sistema de cultivo em substrato.....	80
Resumo.....	80
Introdução	81
Material e métodos.....	83
Resultados e discussão	86
Conclusões.....	97
Agradecimentos	97
Referências.....	97
 CONCLUSÕES GERAIS.....	102
 REFERÊNCIAS.....	104
 APÊNDICES.....	107
 APÊNDICE F (Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior – PDSE 88881.135186/2016 01).....	110

Introdução

A cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) apresenta importante papel socioeconômico em âmbito nacional e regional, uma vez que, normalmente, ocupa pequenas áreas e exige acentuada mão de obra durante todo o seu cultivo (GOMES et al., 2013).

De acordo com informações disponibilizadas pela FAO (2019), a América do Sul produziu em uma área de 11.479ha, 312.766 de toneladas de morango. Por meio de estimativas realizadas pelo mesmo órgão, o Brasil, com uma área de aproximadamente 4.500ha, colheu 165.440 toneladas.

O Rio Grande do Sul contribui com 13,15% da produção nacional (21.763 de toneladas em uma área de 518ha), a qual é predominantemente destinada para a mesa (ANTUNES, BONOW & JUNIOR, 2020). Trata-se de um produto com mercado garantido e bom valor de venda (GOMES et al., 2013). Nesta perspectiva, o cultivo de morangos possui um papel significativo para o fortalecimento e a sustentabilidade da atividade agrícola familiar no país, com especial destaque para o Rio Grande do Sul (PAGOT, 2004).

Atualmente, um número considerável de produtores de morango tem utilizado o sistema de cultivo em substrato, o que tem impulsionado o aumento do número de plantas cultivadas anualmente no Brasil. Diversos municípios produtores da Serra Gaúcha e do Vale do Caí, muitos cultivos estão sendo realizados em substrato à base de casca de arroz carbonizada (CAC) e composto orgânico como uma opção de produção ao sistema convencional no solo (RADIN et al., 2011).

Quando o cultivo ocorre em substrato, a ocorrência de doenças é minimizada, refletindo em menor utilização de agrotóxicos e maiores rendimentos e qualidade da produção. Adicionalmente, pelo fato de as bancadas de cultivo estarem dispostas acima do nível do solo, o sistema apresenta vantagens ergonômicas, pois são realizadas várias colheitas durante vários meses, trabalho que ocorre rente ao solo nas produções convencionais (GODOI et al., 2009), sendo este um dos principais impedimentos para o aumento da área cultivada. Desta maneira, a otimização da mão de obra é apontada, em conjunto com a menor incidência de doenças, como as principais razões para o avanço acelerado do cultivo do morangueiro em substrato no estado e no país. De acordo com Lieten et al. (2004) esse sistema de cultivo já está difundido na Europa, principalmente na Inglaterra, Bélgica e Holanda.

No Brasil, predominam os sistemas “abertos” de cultivo em substrato, com plantas cultivadas em vasos ou em bolsas plásticas tubulares (“slabs”) contendo diferentes tipos de substratos com drenagem perdida da solução nutritiva lixiviada. Nesses sistemas, a recirculação da solução nutritiva não é realizada, sendo o excedente à capacidade de retenção de água do substrato lixiviado para o solo. Além da perda de grande volume de água e nutrientes, há um elevado impacto ambiental em função da salinização do solo e da contaminação do lençol freático pelos nutrientes, principalmente por nitratos (BRÉS, 2009).

Por essa razão, Giménez et al. (2008) afirmam haver forte tendência de transição dos sistemas “abertos” para os sistemas “fechados” de cultivo em substrato, ou seja, com coleta e a reutilização da solução nutritiva drenada. Segundo Adams (1981), a utilização de sistemas fechados de cultivo sem solo possibilita o aumento da eficiência no uso dos fatores de produção água e nutrientes minerais, uma vez que as perdas do sistema são mínimas.

Entretanto, o fechamento do sistema de cultivo atualmente utilizado pelos produtores de morango demandará algumas adaptações quanto à estrutura de cultivo, ao manejo da fertirrigação e à composição do substrato, uma vez que substratos com elevada atividade química, em especiais, aqueles que possuem composto orgânico com alta CTC em sua composição, impossibilitam a adoção desta prática, devido à tendência a salinização, principalmente para hortaliças de frutos com extensos ciclos de cultivo, como é o caso do morangueiro.

A partir de motivações técnicas, econômicas, ambientais e de disponibilidade de material, a casca de arroz tem sido estudada isoladamente ou em mistura com outros materiais com o propósito de utilização no cultivo em substrato. A CAC apresenta grande potencial de uso como substrato isolado em sistemas “fechados”, dadas suas propriedades físicas (MEDEIROS et al. 2008) de elevada aeração e grande capacidade de drenagem, e propriedades químicas, como pH próximo da neutralidade e baixa salinidade (KÄMPF, 2000; FERMINO & BELLÉ, 2000), além da ausência de contaminantes (MINAMI, 1995), baixo custo e fácil manuseio.

Trabalhos empregando casca de arroz ‘*in natura*’ para as culturas do meloeiro, da abobrinha italiana e do minitomateiro, (DUARTE et al., 2008; STRASSBURGER et al., 2011; PEIL et al., 2014; ROSA, 2015) e com CAC para as culturas do tomateiro (CARRIJO et al., 2004; ROSA 2015) e do próprio morangueiro (MEDEIROS et al., 2008), mostram grande potencial destes materiais em sistemas fechados.

Desta forma, são necessários estudos que abranjam a sucessão de cultivos no mesmo substrato, com a finalidade de estabelecer um limite temporal técnico adequado no que tange ao uso do mesmo substrato.

Paralelamente a este contexto, a escolha de cultivares também é um fator determinante para a produção. Nesse sentido, o conhecimento do crescimento, rendimento e qualidade de diferentes cultivares de morangueiro, visando menor período de entressafra, são aspectos fundamentais para o estabelecimento e sucesso do sistema de cultivo.

Os genótipos de morangueiro são classificados em 'dia curto' (DC), 'dia neutro' (DN; que são indiferentes ao fotoperíodo) e 'dia longo', os quais não são utilizados no Brasil (WREGE et al., 2007; SERÇE & HANCOCK, 2005). As cultivares de DC são ainda as mais utilizadas no país e em algumas regiões do Rio Grande do Sul e caracterizam-se por serem influenciadas pela interação de temperatura e fotoperíodo para indução e diferenciação floral. Assim, a diferenciação floral ocorre em condições de fotoperíodo abaixo de 12-14 horas e temperaturas abaixo de 26-28^oC (SERÇE & HANCOCK, 2005), sendo a colheita, portanto, concentrada no período entre o final do inverno e a primavera. Desta forma, o preço do produto decresce à medida que a disponibilidade do fruto aumenta no mercado.

Como alternativa, para produção de frutos na entressafra (entre janeiro e agosto), quando o preço é maior, torna-se apropriado o transplante antecipado de cultivares de DC e/ou a utilização de cultivares de DN. O transplante antecipado (março) de cultivares de DC tem propiciado colheitas precoces (junho a agosto) nas condições do estado (GONÇALVES, 2015). Para as cultivares de DN, a diferenciação floral ocorre ciclicamente, independente do fotoperíodo, desde que a temperatura se encontre entre 14^oC e 28 ^oC (SANTOS, 2003; SERÇE & HANCOCK, 2005). São mais tolerantes às elevações de temperatura, assim, possibilitam a frutificação durante a maior parte do verão (PORTELA et al., no prelo) e outono. Não entram em processo de dormência fisiológica induzida pela redução do fotoperíodo e, sim, param de florescer em condições de temperaturas baixas e geadas que reduzam o metabolismo (SANTOS, 2003). Portanto, tem a sua colheita limitada em condições de invernos e verões severos.

Aproximadamente 80% das mudas de morangueiro utilizadas no Rio Grande do Sul são importadas de viveiros localizados no Chile e Argentina, caracterizando uma dependência tecnológica do setor. Isso ocorre porque estes materiais

propagativos apresentam boa qualidade fisiológica e fitossanitária, em função das condições de baixa temperatura e umidade relativa nos viveiros destes países, o que é primordial para a obtenção de altas produtividades. Entretanto, o grande custo pago pelas mudas importadas associado ao atraso na entrega do material, tem levado a transplantes tardios (final de maio, junho), retardando o início da colheita (a qual se concentra a partir de setembro) fazendo com que os produtores não consigam colocar o fruto no mercado na época de maior preço. Portanto, é importante que os sistemas de produção de mudas no Brasil sejam aprimorados, obtendo-se, assim, mudas de alta qualidade e que possibilitem o transplante precoce, desenvolvendo esse segmento produtivo.

Alguns produtores gaúchos vêm utilizando mudas produzidas em viveiros localizados na Região da Serra Gaúcha e outros estão produzindo as próprias mudas nos leitos de cultivo a partir do enraizamento de um estolão proveniente da planta “mãe”, ou seja, de uma muda importada plantada no ano anterior. Contudo, não se sabe o grau de eficiência destas práticas, pois na literatura há relatos que indicam que para uma adequada indução floral, as mudas devem passar por condições de temperaturas moderadas no viveiro, entorno de 14-16⁰C de média diária para um fotoperíodo de 12 horas, ainda no final do verão e início do outono (SANTOS, 2003). Adicionalmente, a redução da temperatura noturna nos viveiros também é tida como benéfica para o acúmulo de reservas e a superação da dormência. Por outro lado, referências indicam que as cultivares de dia curto que, tradicionalmente, vinham sendo empregadas no Brasil apresentam baixa exigência em frio (100-150 horas em temperaturas $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$) (SANTOS, 2003). Porém, este conhecimento se refere apenas a cultivares antigas de dia curto, empregadas há muitos anos no país. Atualmente, existe um número extenso de cultivares novas, para as quais estas informações podem não ser válidas, ainda mais em se tratando de cultivares de dia neutro.

Com base nesses parâmetros climáticos, Wrege et al. (2007) realizaram o zoneamento para produção de mudas de morangueiro no estado do Rio Grande do Sul e verificaram potencialidade para a produção de mudas em algumas regiões, como a Serra e Campos de Cima da Serra. No entanto, observaram que a ocorrência de temperaturas adequadas para uma boa indução floral e de horas de frio no período de janeiro a março, durante o período de produção de mudas, estaria abaixo do exigido pelas cultivares importadas, tradicionalmente empregadas no RS. Assim, o potencial produtivo e, principalmente, a precocidade da produção de mudas

produzidas no Estado pode ser inferior daquelas produzidas em locais com condições climáticas mais favoráveis à indução floral e à superação da dormência, como o Chile e a Argentina. Não obstante, agricultores da região relatam que as mudas por eles produzidas (de cultivares de dia neutro) apresentam produtividade e sanidade semelhantes àsquelas importadas do Chile e da Argentina, com a vantagem de estarem disponíveis com maior antecedência.

Considerando este contexto, objetivou-se avaliar, em dois ciclos de cultivo, 2016/2017 e 2017/2018 e em sistema fechado com recirculação da solução nutritiva drenada, a influência da reutilização do substrato sobre as respostas produtivas e de qualidade da cultura; avaliar o efeito da produção de mudas de cultivares de dia curto e de dia neutro nas condições locais sobre a produção e a qualidade dos frutos, frente ao uso de mudas importadas e às técnicas de indução floral artificial e vernalização e avaliar o comportamento produtivo da cultura frente a variação no arranjo de plantas dispostas em linha simples e linha dupla.

PROJETO DE PESQUISA

PRPPG – Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação
Universidade Federal de Pelotas
PPG em Sistemas de Produção Agrícola Familiar

Modelo Estruturado

Projeto de Tese:

Técnicas de propagação e reutilização de substrato para produção de morangueiro em sistema com recirculação da solução nutritiva.

Proponente:

Douglas Schulz Bergmann da Rosa

Orientação:

Roberta Marins Nogueira Peil

Pelotas, Setembro de 2015.

Instituição:

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

Equipe:

- Douglas Schulz Bergmann da Rosa – Eng. Agr., Me., Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Bolsista CAPES, UFPeI / FAEM. Responsável.
- Roberta Marins Nogueira Peil – Prof.^a, Dr., Departamento de Fitotecnia, UFPeI / FAEM. Orientadora.
- Gabriel Nachtigall Marques – Eng. Agr., Me., Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Bolsista da CAPES, UFPeI / FAEM. Participante.
- Lais Perin – Eng. Agr., Discente do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Bolsista CAPES, UFPeI / FAEM. Participante.
- Daniela Höhn – Eng. Agr., Discente do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Bolsista CAPES, UFPeI / FAEM. Participante.
- Albertina Wieth – Discente do curso de Agronomia, Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq, UFPeI / FAEM. Participante.
- Thiago Freitas da Luz – Discente do curso de Agronomia, Bolsista de Iniciação Científica PROBIC/ FAPERGS, UFPeI / FAEM. Participante.

1. Caracterização do Problema

A cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) apresenta importante papel socioeconômico em âmbito nacional e regional, uma vez que, normalmente, ocupa pequenas áreas e exige acentuada mão de obra durante todo o seu cultivo (GOMES et al., 2013).

O Brasil é o 3º maior produtor mundial com 100 mil toneladas do fruto colhidas anualmente, em uma área de 3.500 ha (ANTUNES & REISSER JÚNIOR, 2007), sendo os Estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo responsáveis por 80% da produção (FAGHERAZZI et al., 2014). O Rio Grande do Sul contribui com 16% da produção nacional, a qual é predominantemente destinada para a mesa. Trata-se de um produto com mercado garantido e bom valor de venda (GOMES et al., 2013). Nesta perspectiva, o cultivo de morangos possui um papel significativo para o fortalecimento e a sustentabilidade da atividade agrícola familiar no país, com especial destaque para o Rio Grande do Sul (PAGOT, 2004).

Atualmente, um número considerável de produtores de morango tem utilizado o sistema de cultivo em substrato, o que tem impulsionado o aumento do número de plantas cultivadas anualmente no Brasil. Diversos municípios produtores da Serra Gaúcha e do Vale do Caí, muitos cultivos estão sendo realizados em substrato à base de casca de arroz carbonizada (CAC) e composto orgânico como uma opção de produção ao sistema convencional no solo (RADIN et al., 2011).

Quando o cultivo ocorre em substrato, a ocorrência de doenças é minimizada, refletindo em menor utilização de agrotóxicos e maiores rendimentos e qualidade da produção. Adicionalmente, pelo fato de as bancadas de cultivo estarem dispostas acima do nível do solo, o sistema apresenta vantagens ergonômicas, pois são realizadas várias colheitas durante vários meses, trabalho que ocorre rente ao solo nas produções convencionais (GODOI et al., 2009), sendo este um dos principais impedimentos para o aumento da área cultivada. Desta maneira, a otimização da mão de obra é apontada, em conjunto com a menor incidência de doenças, como as principais razões para o avanço acelerado do cultivo do morangueiro em substrato no estado e no país. De acordo com Lieten et al. (2004) esse sistema de cultivo já está difundido na Europa, principalmente na Inglaterra, Bélgica e Holanda.

No Brasil, predominam os sistemas “abertos” de cultivo em substrato, com plantas cultivadas em vasos ou em bolsas plásticas tubulares (“slabs”) contendo

diferentes tipos de substratos com drenagem perdida da solução nutritiva lixiviada. Nesses sistemas, a recirculação da solução nutritiva não é realizada, sendo o excedente à capacidade de retenção de água do substrato lixiviado para o solo. Além da perda de grande volume de água e nutrientes, há um elevado impacto ambiental em função da salinização do solo e da contaminação do lençol freático pelos nutrientes, principalmente por nitratos (BRÉS, 2009).

Por essa razão, Giménez et al. (2008) afirmam haver forte tendência de transição dos sistemas “abertos” para os sistemas “fechados” de cultivo em substrato, ou seja, com coleta e a reutilização da solução nutritiva drenada. Segundo Adams (1981), a utilização de sistemas fechados de cultivo sem solo possibilita o aumento da eficiência no uso dos fatores de produção água e nutrientes minerais, uma vez que as perdas do sistema são mínimas.

Entretanto, o fechamento do sistema de cultivo atualmente utilizado pelos produtores de morango demandará algumas adaptações quanto à estrutura de cultivo, ao manejo da fertirrigação e à composição do substrato, uma vez que substratos com elevada atividade química, em especiais, aqueles que possuem composto orgânico com alta CTC em sua composição, impossibilitam a adoção desta prática, devido à tendência a salinização, principalmente para hortaliças de frutos com extensos ciclos de cultivo, como é o caso do morangueiro.

A partir de motivações técnicas, econômicas, ambientais e de disponibilidade de material, a casca de arroz tem sido estudada isoladamente ou em mistura com outros materiais com o propósito de utilização no cultivo em substrato. A CAC apresenta grande potencial de uso como substrato isolado em sistemas “fechados”, dadas suas propriedades físicas (MEDEIROS et al. 2008) de elevada aeração e grande capacidade de drenagem, e propriedades químicas, como pH próximo da neutralidade e baixa salinidade (KÄMPF, 2000; FERMINO & BELLÉ, 2000), além da ausência de contaminantes (MINAMI, 1995), baixo custo e fácil manuseio.

Trabalhos empregando casca de arroz ‘*in natura*’ para as culturas do meloeiro, da abobrinha italiana e do minitomateiro, (DUARTE et al., 2008; STRASSBURGER et al., 2011; PEIL et al., 2014; ROSA, 2015) e com CAC para as culturas do tomateiro (CARRIJO et al., 2004; ROSA 2015) e do próprio morangueiro (MEDEIROS et al., 2008), mostram grande potencial destes materiais em sistemas fechados.

Desta forma, são necessários estudos que abranjam, além do efeito do uso do composto orgânico na mistura do substrato em sistema fechado e sua influência sobre

o comportamento da cultura e o manejo da solução nutritiva, a sucessão de cultivos no mesmo substrato, com a finalidade de estabelecer um limite temporal técnico adequado no que tange ao uso do mesmo substrato.

Paralelamente a este contexto, a escolha de cultivares também é um fator determinante para a produção. Nesse sentido, o conhecimento do crescimento, rendimento e qualidade de diferentes cultivares de morangueiro, visando menor período de entressafra, são aspectos fundamentais para o estabelecimento e sucesso do sistema de cultivo.

Os genótipos de morangueiro são classificados em 'dia curto' (DC), 'dia neutro' (DN; que são indiferentes ao fotoperíodo) e 'dia longo', os quais não são utilizados no Brasil (WREGE et al., 2007; SERÇE & HANCOCK, 2005). As cultivares de DC são ainda as mais utilizadas no país e em algumas regiões do Rio Grande do Sul e caracterizam-se por serem influenciadas pela interação de temperatura e fotoperíodo para indução e diferenciação floral. Assim, a diferenciação floral ocorre em condições de fotoperíodo abaixo de 12-14 horas e temperaturas abaixo de 26-28⁰C (SERÇE & HANCOCK, 2005), sendo a colheita, portanto, concentrada no período entre o final do inverno e a primavera. Desta forma, o preço do produto decresce à medida que a disponibilidade do fruto aumenta no mercado.

Como alternativa, para produção de frutos na entressafra (entre janeiro e agosto), quando o preço é maior, torna-se apropriado o transplante antecipado de cultivares de DC e/ou a utilização de cultivares de DN. O transplante antecipado (março) de cultivares de DC tem propiciado colheitas precoces (junho a agosto) nas condições do estado (GONÇALVES, 2015). Para as cultivares de DN, a diferenciação floral ocorre ciclicamente, independente do fotoperíodo, desde que a temperatura se encontre entre 14⁰C e 28 ⁰C (SANTOS, 2003; SERÇE & HANCOCK, 2005). São mais tolerantes às elevações de temperatura, assim, possibilitam a frutificação durante a maior parte do verão (PORTELA et al., no prelo) e outono. Não entram em processo de dormência fisiológica induzida pela redução do fotoperíodo e, sim, param de florescer em condições de temperaturas baixas e geadas que reduzam o metabolismo (SANTOS, 2003). Portanto, tem a sua colheita limitada em condições de inverno severo.

Aproximadamente 80% das mudas de morangueiro utilizadas no Rio Grande do Sul são importadas de viveiros localizados no Chile e Argentina, caracterizando

uma dependência tecnológica do setor. Isso ocorre porque estes materiais propagativos apresentam boa qualidade fisiológica e fitossanitária, em função das condições de baixa temperatura e umidade relativa nos viveiros destes países, o que é primordial para a obtenção de altas produtividades. Entretanto, o grande custo pago pelas mudas importadas associado ao atraso na entrega do material, tem levado a transplantes tardios (final de maio, junho), retardando o início da colheita (a qual se concentra a partir de setembro) fazendo com que os produtores não consigam colocar o fruto no mercado na época de maior preço. Portanto, é importante que os sistemas de produção de mudas no Brasil sejam aprimorados, obtendo-se, assim, mudas de alta qualidade e que possibilitem o transplante precoce, desenvolvendo esse segmento produtivo.

Alguns produtores gaúchos vêm utilizando mudas produzidas em viveiros localizados na Região da Serra Gaúcha e outros estão produzindo as próprias mudas nos leitos de cultivo a partir do enraizamento de um estolão proveniente da planta “mãe”, ou seja, de uma muda importada plantada no ano anterior. Contudo, não se sabe o grau de eficiência destas práticas, pois na literatura há relatos que indicam que para uma adequada indução floral, as mudas devem passar por condições de temperaturas moderadas no viveiro, entorno de 14-16⁰C de média diária para um fotoperíodo de 12 horas, ainda no final do verão e início do outono (SANTOS, 2003). Adicionalmente, a redução da temperatura noturna nos viveiros também é tida como benéfica para o acúmulo de reservas e a superação da dormência. Por outro lado, referências indicam que as cultivares de dia curto que, tradicionalmente, vinham sendo empregadas no Brasil apresentam baixa exigência em frio (100-150 horas em temperaturas $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$) (SANTOS, 2003). Porém, este conhecimento se refere apenas a cultivares antigas de dia curto, empregadas há muitos anos no país. Atualmente, existe um número extenso de cultivares novas, para as quais estas informações podem não ser válidas, ainda mais em se tratando de cultivares de dia neutro.

Com base nesses parâmetros climáticos, Wrege et al. (2007) realizaram o zoneamento para produção de mudas de morangueiro no estado do Rio Grande do Sul e verificaram potencialidade para a produção de mudas em algumas regiões, como a Serra e Campos de Cima da Serra. No entanto, observaram que a ocorrência de temperaturas adequadas para uma boa indução floral e de horas de frio no período de janeiro a março, durante o período de produção de mudas, estaria abaixo do

exigido pelas cultivares importadas, tradicionalmente empregadas no RS. Assim, o potencial produtivo e, principalmente, a precocidade da produção de mudas produzidas no Estado pode ser inferior daquelas produzidas em locais com condições climáticas mais favoráveis à indução floral e à superação da dormência, como o Chile e a Argentina. Não obstante, agricultores da região relatam que as mudas por eles produzidas (de cultivares de dia neutro) apresentam produtividade e sanidade semelhantes àsquelas importadas do Chile e da Argentina, com a vantagem de estarem disponíveis com maior antecedência.

Neste sentido, é importante avaliar a possibilidade de produção de mudas de cultivares de dia curto e de dia neutro nas condições naturais de cultivo encontradas nas regiões produtoras de frutos.

Por fim, as hipóteses de trabalho são:

- É possível propagar cultivares de morangueiro de dia curto e de dia neutro nas condições de Pelotas/RS, sem a necessidade de tratamentos artificiais da muda e sem perda de produtividade e qualidade da produção originada;
- A prática do cultivo associado de cultivares de 'dia curto' e de 'dia neutro' em sistemas de cultivo sem solo poderá redundar em colheita de alta qualidade por um período longo, reduzindo a entressafra;
- É possível a reutilização do substrato em sistema fechado por até três anos de cultivo sem redução da produtividade e da qualidade dos frutos colhidas.

2. Objetivos e Metas

Objetivo geral:

Produzir conhecimento básico e aplicado sobre técnicas de produção de mudas e o cultivo do morangueiro em substrato com solução nutritiva recirculante, enfocando aspectos relacionados ao tempo de uso do substrato, à produtividade, à distribuição e qualidade da colheita.

Objetivos específicos:

- Avaliar a influência da reutilização do substrato sobre as características da solução nutritiva e do substrato e as respostas produtivas e de qualidade da cultura;
- Avaliar o efeito da produção de mudas de cultivares de dia curto e de dia neutro nas condições locais sobre a produção e a qualidade dos frutos, frente ao uso de mudas importadas e às técnicas de indução floral artificial e vernalização.

Metas:

Ao final dos três anos de execução do projeto, pretende-se:

- Promover a formação acadêmica de recursos humanos qualificados na área de estudo (através do desenvolvimento de uma tese de doutorado e da participação de bolsistas de iniciação científica e estagiários);
- Definir a possibilidade de reutilização do substrato por até três anos de cultivo sucessivo;
- Definir a possibilidade de propagar cultivares de morangueiro de dia curto e de dia neutro nas condições locais de cultivo, sem a necessidade de tratamentos artificiais da muda e sem perda de produtividade e qualidade da produção originada.

3. Metodologia

3.1 Descrição dos experimentos

Os experimentos serão realizados durante os anos agrícolas de 2016 e 2017, no Campo Experimental e Didático do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), localizado no município de Capão do Leão, RS, tendo como coordenadas geográficas aproximadas: latitude 31°52' S, longitude 52°21' W e altitude de 13 m acima do nível do mar. O clima dessa região caracteriza-se por ser temperado, de verão quente, sendo, pela classificação de Köppen do tipo Cfa.

Para atingir os objetivos e metas do projeto, este foi dividido em dois planos de ação, cujas metodologias estão descritas a seguir:

Plano de Ação 1: Reutilização do substrato e emprego de mudas produzidas nas condições locais

O objetivo deste estudo é determinar o tempo máximo (em até três anos de cultivo) de reutilização do substrato para o cultivo do morangueiro com recirculação do lixiviado, sem redução da produtividade e da qualidade dos frutos colhidas, e a viabilidade de mudas produzidas nas condições locais frente à mudas importadas do Chile.

Para realização dos experimentos, se utilizará uma estufa de cultivo modelo “Teto em Arco” de estrutura metálica, coberta com filme plástico de polietileno de baixa densidade (150 µm de espessura), disposta no sentido norte-sul, com dimensões: 8,0 m x 10,0 m e 4,0 m de altura máxima, compreendendo uma área de 80m².

O sistema de cultivo em substrato empregado será semelhante ao sistema amplamente utilizado pelos produtores da Serra Gaúcha, descrito por Bortolozzo et al. (2005). As plantas de morangueiro serão cultivadas em sacos de filme plástico branco tubular (“slabs”) que, quando preenchidos com 50 litros de substrato, apresentam aproximadamente, as seguintes dimensões: 1,00 m de comprimento, 0,30 m de largura e 0,20 m de altura. Usualmente, o sistema tem sido adotado sem a coleta e recirculação da solução nutritiva drenada. No entanto, como um dos propósitos do trabalho é fechar este sistema, serão empregadas bancadas de cultivo,

constituídas de canais de madeira de 6,0 m de comprimento, 0,2 m de largura e 0,1 m de profundidade, previamente impermeabilizados com plástico para coletar a solução nutritiva drenada e reconduzi-la ao tanque de armazenamento da solução e proporcionar a sua reutilização no sistema. Para isso, os canais serão apoiados sobre cavaletes de madeira de 0,9 m de altura e com desnível de 2,0% para escoamento da solução nutritiva até os tanques de armazenamento.

As bancadas serão dispostas paralelamente ao comprimento da estufa com espaçamento de 0,5m. Cada bancada será composta por dois canais de cultivo, sendo que cada canal suportará seis slabs. Assim, em cada bancada, se formarão duas linhas longitudinais de seis slabs cada, separadas por uma distância de 0,2 m.

Para este plano de ação serão utilizados oito canais simples de madeira (quatro bancadas) no primeiro ano experimental. Já para o segundo ano experimental, em decorrência do aumento do número de substratos, serão utilizados nove canais simples de madeira (quatro bancadas mais uma linha). Em cada slab, haverá duas linhas de plantas, cada planta será espaçada a 0,23 m na linha, totalizando 8 plantas por slab, resultando em uma densidade de plantio de 13,3 plantas m⁻².

Para evitar a mistura dos lixiviados de cada substrato, serão instalados reservatórios, individuais, de 1000 l, um para cada tipo de substrato.

O sistema de fornecimento de solução nutritiva funcionará da seguinte forma: primeiramente a moto-bomba, quando acionada, impulsionará a solução nutritiva contida no reservatório até as bancadas de cultivo por meio de cano de PVC com 20 mm de diâmetro. A partir deste ponto, a linha principal se ramificará em duas linhas secundárias de irrigação, constituídas de mangueiras de polietileno de $\frac{3}{4}$ de polegada, nas quais, através do emprego de conectores, serão conectadas as cintas de gotejo. Estas cintas percorrerão internamente os slabs e serão instaladas de modo que os gotejadores fiquem voltados para cima, evitando possíveis entupimentos. Considerando o espaçamento de 10cm entre gotejadores, cada slab será abastecido por 10 gotejadores visto que os recipientes de cultivo possuirão aproximadamente 100cm de comprimento.

Com base nas diferenças de retenção de água dos substratos, serão empregadas duas frequências diárias de fornecimento de solução nutritiva, uma para cada substrato. Além disso, a frequência também será alterada em função da fase fenológica da cultura e das condições meteorológicas no período. Para o substrato CAC novo estão previstas as seguintes frequências: crescimento vegetativo e

florescimento - às 9:00h, às 11:00h, às 13:00h, às 15:00h, e às 17:00h (cinco fertirrigações de cinco minutos); plena frutificação - às 8:30h, às 10:30h, às 12:30h, às 14:00h, às 16:00h e às 18:00h (seis fertirrigações de cinco minutos). Para o substrato CAC de 2º ano (reutilizado), serão empregadas as seguintes frequências: crescimento vegetativo e florescimento - às 9:00h, às 12:00h, às 15:00h, e às 18:00h (quatro fertirrigações de sete minutos); plena frutificação - às 8:30h, às 11:00h, às 13:00h, às 15:30h e às 18:00h (cinco fertirrigações de sete minutos). A vazão média do gotejador será 1,35 litros hora⁻¹. Logo, a cada acionamento do sistema de fertirrigação serão fornecidos 1,12 e 1,57 litros de solução nutritiva por slab de cultivo, respectivamente, para a CAC nova e CAC de 2º ano.

Os drenos na parte inferior dos slabs serão feitos até que se obtenha uma fração de drenagem de 30 – 40%. Para isso, serão realizados testes prévios em slabs individualizados, simulando a aplicação de solução nutritiva por meio da cinta de gotejo. Desta forma, será aplicado um volume de solução conhecido com posterior captação do drenado. A partir da relação entre o volume drenado e o aplicado, se estabelecerá a fração de drenagem do substrato. Para que haja uma padronização dos orifícios de drenagem será confeccionado um molde perfurador com pregos fixados em uma placa de madeira.

Posteriormente a definição do número e diâmetro dos drenos, os slabs contendo substrato serão saturados e assim mantidos por 24 horas (sem drenos). Posteriormente, os orifícios serão realizados mediante a utilização do molde perfurador. Após os drenos serem efetuados, o sistema de irrigação permanecerá ligado irrigando somente com água da chuva. O objetivo desta prática será lavar o substrato para posterior transplante, até que solução drenada coletada apresente uma condutividade elétrica (CE) inferior a 0,5mS cm⁻¹ e pH inferior a 8,0. O lixiviado desta operação será totalmente descartado.

A solução nutritiva utilizada será adaptada a partir da solução proposta por Sonneveld & Straver (1994) (Tabela 1), correspondendo a uma condutividade elétrica inicial aproximada de 1,4dSm⁻¹. A solução será monitorada diariamente através da coleta de dados de condutividade elétrica (condutímetro manual digital) e de pH (pHmetro manual digital).

A reposição de nutrientes ou de água será realizada através da adição de solução concentrada ou de água, quando, respectivamente, o valor da condutividade elétrica sofrer uma diminuição ou um aumento, da ordem de 20% (BRACCINI et al.,

1999). O pH da solução nutritiva será mantido entre 5,5 e 6,5 através da adição de solução de correção à base de ácido sulfúrico (H_2SO_4 1N) ou hidróxido de potássio (KOH 1N). Os volumes de reposição e de soluções de correção serão anotados.

Tabela 1. Composição da solução nutritiva proposta por Sonneveld & Straver (1994) a ser empregada para a cultura do morangueiro.

Macronutrientes	Concentração (mm l ⁻¹)	Micronutrientes	Concentração (mm l ⁻¹)
NO_3^-	6,64	Fe	1,08
H_2PO_4^-	1,50	Mn	0,20
SO_4^{2-}	2,88	Zn	0,07
NH_4^+	1,44	B	0,17
K^+	5,06	Cu	0,025
Ca^{2+}	2,20	Mo	0,05
Mg^{2+}	1,50		

O substrato empregado será CAC isoladamente, a qual será obtida a partir da carbonização da casca de arroz em carbonizador do tipo “Tonel” (proposto por MEDEIROS, 1998 e adaptado por ROESSLER et al., 2011).

Dois fatores experimentais serão estudados em experimentos realizados em anos subsequentes: substrato e procedência da muda, constituindo dois experimentos bifatoriais.

O substrato empregado será CAC isoladamente, que será submetido a dois anos de cultivo, sendo que para cada ano da sucessão haverá, sempre, um tratamento adicional referente a um substrato novo (ex: CAC nova x CAC do segundo cultivo) para que se possam fazer comparativos anuais.

As mudas empregadas serão da cultivar Aromas (DN), produzidas nas condições locais e com torrão, sem nenhum tipo de tratamento (conforme descrito, posteriormente, no plano de ação 2) e mudas de raízes nuas provenientes do Chile. O transplante ocorrerá na primeira quinzena de abril de cada ano agrícola, para as mudas locais, sendo as mudas importadas transplantadas tão logo estejam disponíveis, o que normalmente ocorre a partir da metade/final de maio.

Em função do número crescente de tratamentos experimentais ao longo da execução deste Plano de ação, o modelo estatístico empregado e o número de repetições serão variados entre os dois experimentos (Tabela 2). Porém, ambos os experimentos seguirão o delineamento de blocos ao acaso com parcela dividida. O

fator substrato será alocado na parcela (canal com seis slabs, totalizando 48 plantas) e o fator procedência da muda na subparcela (três slabs, totalizando 24 plantas).

Tabela 2. Informações relativas aos tratamentos experimentais e repetições adotadas nos anos agrícolas 2016 e 2017.

Ano	Níveis do fator substrato ¹	Níveis do fator muda ²	Modelo estatístico	Número de repetições
2016-2017	SN; SR2 ³	MI; ML	2 x 2	4
2017-2018	SN; SR2; SR3	MI; ML	3 x 2	3

¹ SN: substrato novo; SR2 e SR3: substrato reutilizado no segundo e terceiro ano, respectivamente.

² MI: muda de raiz nua importada do Chile; ML: muda com torrão produzida nas condições locais.

³ Substrato obtido a partir de experimento realizado em condições semelhantes ao descrito neste projeto.

Plano de Ação 2: Diferentes tipos de mudas e sua influência na produção de frutos

Este Plano de Ação será conduzido paralelamente aos experimentos do Plano de Ação 1, empregando a mesma estufa, manejo e sistema de cultivo descritos anteriormente. Porém, para este experimento serão utilizados quatro canais simples de madeira (duas bancadas) com 8,0m de comprimento, que suportará oito slabs (totalizando 32 slabs e 256 plantas).

Terá como objetivo analisar o efeito da indução floral artificial e da vernalização de mudas produzidas nas condições locais sobre a cultura do morangueiro cultivada em substrato com recirculação da solução nutritiva, a fim de verificar a necessidade destes tratamentos para distintas cultivares de DC e de DN.

Dois fatores experimentais serão estudados em dois anos de cultivo: diferentes tipos de mudas (com quatro níveis) e cultivar (DC ou DN), constituindo um experimento bifatorial com oito tratamentos (4 x 2). Os níveis do fator tipo de muda serão os seguintes:

- Mudanças com torrão, produzidas nas condições locais, em viveiro, sem nenhum tipo de tratamento;
- Mudanças com torrão, produzidas nas condições locais, em viveiro, com tratamento de indução floral artificial em câmara de crescimento por 15 dias no

mês de março [temperatura de 14°C e fotoperíodo de 11 horas, conforme indicado por Serçe & Hancock (2005)];

- Mudas de raiz nua, produzidas nas condições locais, em leitos de cultivo e vernalizadas em câmara fria por 21 dias no mês de março [temperatura de 4°C $\pm$ 1°C, conforme indicado por Oliveira & Scivittaro (2009)];
- Mudas de raiz nua importadas do Chile, as quais passarão por limpeza e poda de raízes e, na sequência, serão transplantadas.

Em relação ao fator cultivar, em cada ano, duas cultivares distintas serão avaliadas, como segue (podendo-se variar o material genético em função da disponibilidade):

- Primeiro ano (2016-2017): Camarosa (DC) e Aromas (DN)
- Segundo ano (2017-2018): Camino Real (DC) e San Andreas (DN)

As mudas locais serão produzidas em viveiro instalado a partir de plantas matrizes adquiridas de laboratório credenciado. As plantas matrizes serão cultivadas a partir do mês de outubro em estufa plástica, modelo “Arco Pampeana”, de estrutura metálica, coberta com filme plástico de polietileno de baixa densidade de 150µm de espessura, disposta no sentido norte-sul com dimensões de 10,0m x 21,0m e 5,0m de altura máxima e 3,5m de pé direito.

Para a produção de mudas com torrão, serão utilizados slabs contendo substrato de CAC, em sistema semelhante ao descrito para a realização do experimento 1. O sistema será constituído por dois canais de madeira (um para cada genótipo) de 7,5 m de comprimento, 0,35 m de largura e 0,1 m de profundidade, impermeabilizados com plástico. Para cada cultivar, serão utilizadas seis plantas matrizes, espaçadas a 1,0 m. A coleta de propágulos ocorrerá entre os meses de janeiro e fevereiro dos anos de 2016 e 2017. Os estolões serão enraizados em bandejas de isopor de 128 células contendo substrato agrícola comercial, em condições de estufa plástica sob nebulização, seguindo a metodologia descrita por Gonçalves (2015) para a obtenção de mudas com torrão.

Para a produção de mudas de raiz nua, serão utilizados leitos de cultivo, contendo substrato de CAC. O sistema será constituído por duas bancadas de madeira (uma para cada genótipo) impermeabilizada com plástico, com dimensões de 4,0 m de comprimento, 1,0 m de largura e 0,10 m de altura. Para cada cultivar, serão

utilizadas quatro plantas matrizes, espaçadas a 1,0 m. O enraizamento das mudas será realizado no mês de fevereiro, no próprio leito de cultivo, a partir de estolões emitidos da planta matriz. No mês de março, as mudas serão arrancadas do leito de cultivo, classificadas em função do diâmetro da coroa, embaladas e submetidas à vernalização. Após o período de vernalização as mudas passarão por processo de limpeza e poda de raízes (deixando-as com cerca de 10cm de comprimento).

Em ambos os sistemas de produção de mudas, a fertirrigação será com a mesma solução nutritiva descrita na Tabela 1.

Antes do transplante, todas as mudas obtidas pelas diferentes técnicas de propagação serão padronizadas em função do diâmetro da coroa.

O transplante ocorrerá na primeira quinzena de abril de cada ano agrícola para as mudas locais, sendo as mudas importadas transplantadas tão logo estejam disponíveis, o que normalmente ocorre a partir da metade/final de maio.

O delineamento experimental adotado em cada ano agrícola será de blocos ao acaso com quatro repetições. Cada bloco será constituído por oito slabs de cultivo, alocando-se na parcela o fator cultivar (quatro slabs, totalizando trinta e duas plantas) e na subparcela o fator tipo de muda (um slab, totalizando oito plantas). Cada repetição corresponderá a um slab de cultivo (oito plantas).

3.2.2 Avaliações e medidas experimentais

3.2.2.1 Crescimento e produção

Será avaliada a matéria fresca e seca das plantas acumuladas ao final dos experimentos, para cada variedade utilizada nos experimentos. Serão marcadas três plantas controle ao início do experimento para a utilização dos valores acumulados ao final. Cada planta utilizada, na análise de biomassa será dividida em três frações: folhas, coroa e frutos. As frações serão pesadas, para a obtenção da massa fresca, e secas em uma estufa de ventilação forçada, a 65°C até massa constante. Também, será determinada a área foliar através de um equipamento medidor de imagens (LI-COR modelo LI-3000 C). As frações obtidas através de desfolhas antecipadas ou de colheitas anteriores serão incorporadas às frações folhas e frutos. Após a secagem, as diferentes frações, novamente, serão pesadas em balança de precisão para obtenção das massas secas. Com base nesses dados, se estabelecerá a produção e

a partição das massas fresca e seca, o índice de área foliar, o peso foliar específico, o teor de massa seca dos órgãos, a razão de área foliar e o índice de colheita.

A produtividade do cultivo será obtida pela pesagem da produção das plantas controle que permanecerão até o final do experimento em cada unidade experimental (um slab), estabelecendo-se a distribuição da colheita ao longo dos meses de cultivo. A colheita precoce será considerada à correspondente aos meses de maio a agosto e a colheita tardia aos meses de janeiro a abril. Os frutos serão colhidos, contados e classificados em comerciáveis e não comerciáveis, de acordo com o tamanho ($\leq 5g$) e os defeitos observados. A massa média dos frutos será obtida pelo cociente entre a produção comercial e o número de frutos comerciais.

3.2.2.2 Qualidade química dos frutos

As análises serão realizadas no Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (FAEM/UFPel). Os parâmetros que definirão a qualidade dos frutos serão: o teor de sólidos solúveis totais, com um refratômetro manual; a acidez titulável, utilizando-se 10ml de suco diluídos em 90ml de água destilada, cuja diluição será titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1N até pH 8,1; firmeza de polpa e coloração interna e externa do fruto. As avaliações serão realizadas de acordo com o descrito em AOAC (1995) e Conti et al. (2002).

Também serão avaliadas as propriedades funcionais dos frutos, como: teor de antocianinas; de compostos fenólicos totais; de ácido L-ascórbico e capacidade antioxidante, seguindo metodologia descrita por Medina et al. (2011).

3.2.2.3 Avaliações dos substratos e da solução nutritiva

Estas avaliações serão realizadas somente no experimento 1.

Ao início e ao final de cada ciclo de cultivo, três amostras de cada substrato empregado como tratamento experimental serão coletadas para avaliação das características químicas e físicas no Laboratório de Análise de Substratos de Plantas do DDPA/SEAPDR (Porto Alegre/RS), seguindo a metodologia descrita por Fermينو (2014). Para caracterização dos substratos, serão avaliadas as propriedades químicas, como conteúdo de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S), micronutrientes (Cu, Zn, Fe, Mn e B), pH, CE e relação C/N, e as propriedades físicas, densidade,

porosidade total, espaço de aeração, água disponível, água facilmente disponível, água tamponam-te e água remanescente.

A solução nutritiva de cada reservatório será avaliada diariamente, antes da possível correção, em relação à condutividade elétrica (CE), empregando-se condutivímetro manual digital, e ao pH, através de pHmetro manual e digital.

Adicionalmente, a solução drenada e a solução no meio radicular (retirada do substrato por meio de equipamento extrator) de cada parcela serão avaliadas em relação à CE e ao pH duas vezes por semana. Também, três amostras de trabalho de cada reservatório de solução nutritiva serão coletadas a cada 15 dias e enviadas para o Laboratório de Análises Químicas do Departamento de Solos (FAEM/UFPel) para a análise do conteúdo de macro e micronutrientes minerais a fim de verificar as alterações em sua composição.

3.2.2.4 Medidas agrometeorológicas

Durante o desenvolvimento do projeto, serão monitoradas a temperatura e a umidade relativa do ar através de dados obtidos da Estação Agrometeorológica de Pelotas (convênio UFPel/Embrapa), localizada a uma distância de aproximadamente 1000m do local do experimento.

4. Resultados e Impactos esperados

Grande parte das mudas de morangueiro utilizadas pelos produtores gaúchos são importadas do Chile e/ou da Argentina, o que torna os agricultores dependentes dos preços cobrados e dos prazos de entrega, com reflexos negativos no início do período de colheita. Nesse sentido o projeto pretende elucidar o comportamento produtivo e a qualidade dos frutos de plantas de morangueiro de DC e de DN propagadas nas condições locais naturais frente às práticas de indução floral e da vernalização artificiais e diagnosticar a viabilidade ou a inviabilidade técnica destas práticas, o que pode trazer benefícios tanto para pequenos produtores, que poderão produzir as suas próprias mudas em pequenos viveiros, como para incentivar a criação de viveiros comerciais.

Do mesmo modo, o estudo da associação de cultivares de DC e de DN, além de possibilitar a construção do conhecimento sobre a adaptação dos materiais ao sistema, também proporcionará a escolha do manejo de cultivares mais adequado a fim de garantir elevado rendimento de frutos de qualidade e a melhor distribuição da colheita, visando reduzir ao máximo o período de entressafra.

Pretende-se verificar a reutilização do substrato em cultivo subsequente, e o que traria uma série de vantagens ao produtor, do ponto de vista ambiental; pois não haveria descarte do material, econômico e prático; com redução de custos e otimização de mão de obra para o preparo do substrato e dos recipientes de cultivo.

Por fim, o emprego do cultivo do morangueiro em substrato com solução nutritiva recirculante, associado à utilização de ambiente protegido, proporciona aumento da densidade de plantas, resultando em melhor otimização do espaço e maior produtividade. Com a elevação das bancadas em relação ao nível do solo, o sistema também oferece vantagens ergométricas ao trabalhador, visto que em cultivos convencionais são várias as operações rentes ao solo em uma posição desgastante. Adicionalmente, com o sistema de cultivo sem solo em questão, há drástica redução de doenças, implicando em menor utilização de agrotóxicos.

A combinação de todas estas considerações pode contribuir para a melhoria da qualidade de vida do agricultor, além do fato da disponibilização de um produto de maior qualidade e produzido com reduzido impacto ambiental.

5. Recursos necessários

5.1 Despesas de Custeio:

Material de consumo

Discriminação	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
Fertilizantes solúveis	-	-	-	400,00
Casca de arroz carbonizada	m ³	10	70,00	700,00
Polietileno dupla face preto e branco (150 µm – 8 m largura)	m	8	17,50	140,00
Caixas de água (1000l)	caixa	03	250,00	750,00
Mudas comerciais	muda	525	0,75	393,75
Plantas matrizes	planta	60	4,10	246,00
Sistema de nebulização	-	01	300,00	300,00
Sacos de cultivo (slabs; 250µm)	m	110	1,20	132,00
Bandejas de poliestireno expandido (128 células)	bandeja	12	9,00	108,00
Substrato comercial	Saco 20L	03	17,50	52,50
Bandejas de alumínio (250ml)	dezena	10	6,00	60,00
Sacos de papel	cento	5	10,00	50,00
Temporizador digital	unidade	3	50,00	150,00
Cinta gotejadora	m	100	0,30	30,00
Material hidráulico: conexões, registros e outros	-	-	250,00	250,00
Subtotal				3.812,25

Diárias e passagens

Discriminação	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
Diárias para participação no Congresso Brasileiro de Olericultura (CBO) e/ ou similar	1	4	150,00	600,00
Passagens aéreas nacionais (ida-volta) para participação no CBO e/ ou similar	1	2	600,00	1.200,00
Subtotal				1.800,00

Serviço de terceiros

Discriminação	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
Inscrição no CBO e/ou similar	1	2	300,00	600,00
Análises da composição das soluções nutritivas	1	100	20,00	2000,00
Análise física e química dos substratos	1	8	40,00	320,00
Subtotal				2.920,00

5.2 Despesas de Capital

Discriminação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
Condutímetro de bolso	-	01	250,00	250,00
pHmetro de bolso	-	01	250,00	250,00
Moto-bombas elétricas	-	02	170,00	340,00
Subtotal				840,00

5.3 Orçamento Geral

Discriminação	Valores (R\$)
Material de consumo	3.812,50
Diárias e passagens	1.800,00
Serviço de terceiros	2.920,00
Despesas de capital	840,00
Subtotal	9.372,50
Imprevistos (10%)	937,25
Total	10.309,75

Tabela 5. Atividades previstas para 2017.

Atividades	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Revisão de Literatura												
Organização das estufas												
Aquisição das mudas importadas												
Produção de mudas												
Coleta de propágulos e/ou enraizamento estolões												
Indução floral das mudas com torrão												
Vernalização das mudas de raiz nua												
Atribuição dos tratamentos												
Instalação do experimento (2ºano)												
Condução do experimento (1º ano)												
Condução experimento (2º ano)												
Análise resultados												
Elaboração de Tese												

Tabela 6. Atividades previstas para 2018.

Atividades	Jan	Fev	Mar
Elaboração de Tese			
Defesa de Tese			

7. Referências Bibliográficas

- ADAMS, P. Nutrient- Film Culture. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, Netherlands, n. 4, p. 471-478, 1981.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**, AOAC Official Method 967.21, Chapter 45, p.16, 1995
- BORTOLOZZO, A.R.; SANHUEZA, R.M.V.; BOTTON, M.; MELO, G.W.B. de; KOVALESKI, A.; BERNARDI, J.; HOFFMANN, A.; VARGAS, L.; CALEGARIO, F.F.; FERLA, N.J.; PINENT, S.M.J. Produção de morangos no sistema semi-hidropônico. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho (**Circular Técnica**, 62), 2005, 23 p.
- BRACCINI, M. C. L.; BRACCINI, A. L. E.; MARTINEZ, H. E. P. Critérios para renovação ou manutenção de solução nutritiva em cultivo hidropônico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 20, n. 1, p. 48-58, 1999
- BRES',W. Estimation of nutrient losses from open fertigation systems to soil during horticultural plant cultivation. **Polish Journal of Environmental Studies**, Olsztyn, v. 18, n. 3, p. 341-345,2009.
- CARRIJO, O.A.; VIDAL, M.C.; REIS, N.V.B.; SOUZA, R.B.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, 22: 05-09. 2004.
- CONTI, J.H.; MINAMI, K.; TAVARES, F.C.A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, 20: 1, 10-17. 2002.
- 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**, 26: 348-353. 2008.
- FAGHERAZZI, A.F. COCCO, C.; ANTUNES, L.E.C.; SOUZA, J.A.; RUFATO, L. La fragolicultura brasiliana guarda avanti. Frutticoltura (Bologna). **Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura**, v. 75, p. 20-24, 2014.
- FERMINO, M. H.; BELLÉ, S. Substratos hortícolas. In: Plantas Ornamentais: aspectos da produção. Passo Fundo: **EDIUPE**, 2000. P. 29-40.
- FERMINO, M.H. Substratos. Composição, caracterização e métodos de análise. **Guaíba: Agrolivros**. 2014. 112 p.

FAO. **Faostat 2019**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>. Acesso em: 26 março de 2021.

GIMENEZ, G.; ANDRIOLO, J.L.; GODOI, R. Cultivo sem solo do morangueiro. **Ciência Rural**, 38: 273-279. 2008.

GODOI, R. S.; ANDRIOLO, J. L.; FRANQUÉZ, G. G.; JÄNISCH, D. I.; CARDOSO, F. L.; VAZ, M. A. B. Produção e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo com emprego de substratos. **Ciência Rural**, v.39, p.684-690, 2009.

GOMES, K.B.P.; OLIVEIRA, G.H.H.; CARVALHO, J.P.; CAVALCANTE, D.F.S.; VILLAREAL, M.R. Diagnóstico da cadeia produtiva do morango dos agricultores familiares do Distrito Federal. **Revista Eixo**, v. 2, n. 2, p. 9-14, 2013.

GONÇALVES, M.A. Produção de mudas de morangueiro fora de solo. 2015. 154f. **Tese (Doutorado)** - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

KÄMPF, A. N. Produção comercial de plantas ornamentais. **Guaíba: Agropecuária**, 2000. 254p.

LIETEN, F. et al. Recent situation of strawberry substrate culture in Europe. **Acta Horticulturae**, Leuven, Belgium, v.649, p.193-196, 2004.

ANTUNES, Luis Eduardo Corrêa; BONOW, Sandro; JUNIOR, Carlos Reisser. Morango, crescimento constante em área de produção. **Anuário Hortifrúti 2020 Revista Campo & Negócios**. p.88 – 92, 2020.

MEDEIROS C.A.B; STRASSBURGER A.S; ANTUNES L.E.C. Avaliação de substratos constituídos de casca de arroz no cultivo sem solo do morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, S4827-S4831, 2008.

MEDEIROS, C.A.B.; Carbonização de casca de arroz para utilização em substratos destinados à produção de mudas. **Pelotas: EMBRAPA/CPACP**, 1998. 4 p. **(Comunicado técnico n.8)**

MEDINA, A.L.; HAAS, L.I.R.; CHAVES, F.C.; SALVADOR, M.; ZAMBIASI, R. C.; SILVA, W.P. da; NORA, L.; ROMBALDI, C.V. Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) fruit extracts with antioxidant and microbiol activities and antiproliferative effect on human cancer cells. **Food Chemistry**, v.128, n.4, p.916-922. 2011.

MINAMI, K. Produção de mudas de alta qualidade em horticultura. **São Paulo: T.A.Queiroz**. 1995. 128p.

OLIVEIRA, ROBERTO P DE; SCIVITTARO, WALKYRIA B. Produção de frutos de morango em função de diferentes períodos de vernalização das mudas. **Horticultura Brasileira**, Brasília , v. 27, n. 1, p. 91-95, 2009.

PAGOT, E. Diagnóstico da produção e comercialização de pequenas frutas. In: HOFFMANN, A. (Ed.). **Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas**, 2., 2004, Vacaria. Anais... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p.9-18,2004. (Embrapa Uva e Vinho. Documento,44)

PEIL, R. M. N; ALBUQUERQUE N. A. A. R. de; ROMBALDI, C. V, Densidade de plantio e genótipos de tomateiro cereja em sistema fechado de cultivo em substrato. **Horticultura Brasileira** (Impresso), v. 32, p. 234-240, 2014.

PORTELA, I.P.; PEIL, R.M.N.; RODRIGUES, S. Cultivares de morangueiro de “*día curto*” e de “*día neutro*” em substrato de casca de arroz com solução nutritiva recirculante. **Fruticultura Brasileira** (no prelo).

RADIN, B.; LISBOA, B.B.; WITTER, S.; BARNI, V.; REISSER JUNIOR, C.; MATZENAUER, R.; FERMINO, M.H. Desempenho de quatro cultivares de morangueiro em duas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 287-291,2011.

ROESSLER, L. F. *et al.* Planejamento e execução de um carbonizador de casca de arroz, com base no reuso de resíduo do processo de beneficiamento de arroz. Disponível em: <www.ufpel.edu.br/cic/2006/arquivos/EN00102.rtf> Acesso em: abril. 2013.

ROSA, D. S. B. da. Número de hastes para o cultivo do tomateiro grape em substrato de casca de arroz e sistema fechado. 2015. 126f. **Dissertação (Mestrado)** - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

SANTOS, A. M. Cultivares. In: SANTOS, A.M. & MEDEIROS, A.R.M (ed.). Morango Produção. Brasília. **Embrapa informação tecnológica**. P. 24-30, 2003.

SERÇE, S.; HANCOCK, J.F. The temperature and photoperiod regulation of flowering and runnering in the strawberries, *Fragaria chiloensis*, *F. virginiana*, and *F. x ananassa*. **Scientia Horticulturae**, v. 103, p.167–177, 2005.

SONNEVELD C; STRAVER N. 1994. Nutrient solution for vegetables and flowers grown in water or substrates. 10th ed. **The Netherlands, proefstation voor Tuinbouw onder Glas Te Naaldwijk**. 45p. (Series: Voedingsoplossingen Glastuinbouw, n8).

STRASSBURGER, A. S.; PEIL, R. M. N.; FONSECA, L. A.; AUMONDE, T. Z.; MAUCH, C. R. Dinâmica de crescimento da abobrinha italiana em duas estações de cultivo. **Acta Scientiarum**, v.33, n.2, p.283-289, 2011.

WREGE, M. S.; REISSER JUNIOR, C.; ANTUNES, L. E. C; OLIVEIRA, R. P. de; STEINMETZ, S.; HERTER, F. G.; GARRASTAZU, M. C.; MATZENAUER, R. Zoneamento agroclimático para produção de mudas de morangueiro no Rio Grande do Sul. **Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2007. 27p. (**Documento 187**).

RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO

Relatório do trabalho de campo

O início do trabalho de campo ocorreu em setembro de 2015, quando as primeiras atividades foram: limpeza e reforma da casa de vegetação, manutenção dos canais de cultivos, instalação geral do sistema hidráulico e dos reservatórios de solução nutritiva.

No início de março de 2016 foi efetuada a compra da casca de arroz carbonizada (tipo longo e fino), originado um dos fatores de estudo do trabalho, substrato de casca de arroz carbonizada “nova” (CACN). Do mesmo modo, o fator, substrato de casca de arroz carbonizada “velha” (CACV), com um ano de uso, foi obtido de um outro cultivo de morangueiro, nas mesmas condições em que este trabalho foi desenvolvido. Este substrato não foi retirado da sacola, “slab”, de cultivo, apenas retirou-se as plantas provenientes do cultivo antigo, e realizou-se o processo de solarização, onde foram cobertos com lona preta e colocados dentro de uma estrutura de cultivo, túnel alto, durante 30 dias, com o intuito de alcançar temperaturas elevadas resultando em um processo de solarização eficiente (Apêndice A).

Após obtidos os substratos, foram enviadas amostras para o Laboratório de Análise de Substratos de Plantas do DDPA/SEAPDR (Porto Alegre/RS). De propriedade dos resultados, considerando principalmente a característica física, capacidade máxima de retenção de água, foram estimadas as frequências de fornecimento de solução nutritiva.

No início de abril de 2016, as sacolas tubulares (slabs) de 1m de comprimento foram preenchidas com 50l de substrato cada. Ao todo, foram 96 slabs (64 com CACN e 32 com CACV) que abrigaram 576 plantas. Logo após, os slabs foram colocados sobre a estrutura de captação do drenado, que consistia em uma calha de madeira com 8m de comprimento, 0,2m de largura e 0,1m de profundidade impermeabilizada e instalada com a declividade de 1% para proporcionar o escoamento da solução nutritiva drenada até o reservatório. Posteriormente à acomodação dos slabs na estrutura, foi instalado o sistema de fornecimento da solução nutritiva, bem como a rede elétrica e os temporizadores necessários para o acionamento das motobombas (1/2 HP). Logo após finalização da montagem do sistema hidráulico (tubulação de PVC e conexões), foi instalado o sistema de irrigação localizada por gotejamento. Para isso foi empregada cinta gotejadora autocompensante, com gotejadores espaçados em

10cm e com vazão média de 1,35l/hora/gotejador. Com o auxílio de um arame rígido, as cintas foram instaladas atravessando todos os slabs de cada linha (linhas com oito slabs), sendo posicionada na parte superior central dos slabs, entre o plástico e o substrato de modo que os gotejadores ficassem voltados para cima, com o intuito de evitar qualquer entupimento.

Ainda antes do transplante das mudas, foram preparadas as soluções nutritivas estoques de macro e micronutrientes, em tanques com capacidade para 100 litros. Utilizou-se três tanques: no tanque A foi diluído somente o $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; no tanque B foram diluídos KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, K_2SO_4 , KNO_3 e $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; no tanque C, foram diluídos todos os micronutrientes. As soluções estoques foram concentradas 100 vezes, ou seja, 1 litro da solução concentrada rendia 100 litros de solução nutritiva final.

Durante todo período experimental realizou-se o manejo da solução nutritiva, mantendo-se o pH entre 5,5 e 6,5, através da adição de solução de correção à base de hidróxido de sódio (NaOH 1N), para aumentar o pH, ou ácido sulfúrico (H_2SO_4), para diminuir o pH. Já a reposição de nutrientes ou de água foi realizada através da adição de solução estoque concentrada ou de água da chuva estocada, quando o valor da CE sofria, respectivamente, uma variação superior ou inferior na ordem de 20% do planejado, que foi de $1,6 \text{ dS m}^{-1}$. Não havendo variação, manteve-se um volume de solução suficiente para atender ao consumo hídrico das plantas e que não comprometesse o funcionamento das bombas de impulsão.

Os experimentos foram desenvolvidos dentro de um abrigo, desta forma não houve nenhum tipo de manejo da temperatura e umidade relativa do ar, sendo coletados apenas os dados externos de temperatura, umidade e radiação solar externos, através da Estação Agrometeorológica de Pelotas (convênio UFPel/Embrapa), localizada a uma distância de aproximadamente 1000m do local do experimento (Apêndice B).

Foram realizados quatro experimentos em dois ciclos de cultivos, 2016/2017 e 2017/2018. No primeiro ciclo de cultivo, 2016/2017, dois experimentos foram executados: o Experimento 1 teve como objetivo estudar a influência da reutilização do substrato de casca de arroz carbonizada, o efeito do emprego de mudas da cultivar Aromas, produzidas nas condições locais e o arranjo de plantas na linha de cultivo, simples ou desencontrada, sobre a produção e distribuição da colheita. O Experimento 2 teve como objetivo avaliar

os efeitos de diferentes tipos de mudas e sua procedência, das cultivares Aromas e Camarosa, sobre a produção de frutos.

Devido há um problema técnico ocasionado por condições meteorológicas adversas, havendo a interrupção do fornecimento de energia elétrica no local do experimento, o plano de trabalho para o segundo ano de estudos, teve que ser alterado, devido ao estresse e morte de plantas matrizes que originariam mudas para o próximo ciclo de cultivo, 2017/2018. Estas não se encontravam em condições sadias, o que não resultariam em mudas de qualidade, “mascarando” o efeito dos fatores a serem estudados. Assim, os Experimentos 3 e 4, realizados no ciclo de cultivo 2017/2018, seguiram os mesmos fundamentos dos Experimentos 1 e 2, todavia sem a renovação de substrato ou muda, realizando-se apenas poda total das plantas, em 18 de março de 2017, ou seja, foi realizado uma repetição em outro ciclo de cultivo.

- **Primeiro ciclo: 2016/2017**

- Experimento 1**

Para obtenção das mudas da cultivar Aromas, produzidas nas condições locais do experimento, adquiriu-se plantas matrizes micropropagadas provenientes da empresa Multiplanta Biotecnologia Vegetal Ltda., localizada no município de Andradas-MG. Estas foram transplantadas para slabs contendo substrato de CAC, em sistema constituído por um canal de madeira de 6 m de comprimento, 0,35 m de largura e 0,1 m de profundidade, impermeabilizados com plástico. Foram utilizadas seis plantas matrizes, espaçadas a 1,0 m. A coleta de propágulos ocorreu em 12/02/2016, sendo enraizados em bandejas de poliestireno expandido de 72 células contendo substrato agrícola comercial Carolina Soil. Estes foram mantidos em câmara de nebulização, seguindo a metodologia descrita por Gonçalves (2015) para a obtenção de mudas com torrão (Apêndice C).

O prazo de obtenção de mudas nacionais, foi de 181 dias, com transplante das plantas matrizes em 13/10/2015 e transplante, para o sistema de produção, 11/04/2016.

Para a composição do fator, muda importada, estas foram adquiridas de um viveiro do Chile, sendo transplantadas logo quando estiveram disponíveis,

em 30/06/2016, resultando em uma diferença de 79 dias de início de transplante entre as mudas produzidas nas condições locais.

No dia que antecedeu ao transplante, ajustou-se o temporizador analógico, inserindo a frequência de irrigações (foi variável de acordo com o desenvolvimento das plantas e o clima, com uma média de 5 irrigações por dia, de 5min), como também se inspecionou todo o sistema a fim de constatar problemas de vazamento e assegurar o seu perfeito funcionamento. Ainda, realizou-se a lavagem do substrato, com a finalidade de saturá-lo e eliminar qualquer impureza. Em cada slab foram realizadas seis aberturas, em apenas uma linha, formando o fator “linha simples ou seis aberturas dispostas em duas linhas (com três aberturas cada) paralelas e desencontradas (“ziguezague”), formando o outro fator.

A primeira colheita, para mudas nacionais, no primeiro ciclo de cultivo ocorreu em 20/07/2016 e para mudas importadas, em 13/09/2016, totalizando, respectivamente para cada procedência de muda, 43 e 32 colheitas. O primeiro ciclo de cultivo foi finalizado em 13/03/2017, 336 dias após o transplante, devido à redução da produção, estolamento das plantas e preparo para o 2º ano de cultivo.

Experimento 2

Para a produção de mudas nacionais das cultivares aromas e camarosa, seguiu-se diferentes métodos, de acordo com cada tipo de tratamento: mudas com torrão, sem nenhum tipo de tratamento de vernalização ou indução, seguiu-se o mesmo procedimento descrito no experimento 1; mudas com torrão, induzidas artificialmente, seguiu-se a metodologia descrita por Serçe & Hancock (2005), onde foram mantidas em estufa incubadora *BOD* (Demanda Química do Oxigênio) em temperatura de 14°C e fotoperíodo de 11 horas, durante 26 dias (Apêndice D); mudas de raiz nua, vernalizadas, seguiu-se a metodologia descrita Oliveira & Scivittaro (2009), onde foram mantidas em estufa incubadora *BOD*, em temperatura de temperatura de 4°C ± 1°C, e fotoperíodo de 8h, durante 26 dias; mudas de raiz nua, importadas do Chile, sendo transplantadas logo quando estiveram disponíveis, em 30/06/2016. Durante este período, as mudas com torrão foram irrigadas e adubadas manualmente, não sendo realizado nenhum tipo de tratamento fitossanitário. Todas as mudas de raiz nua, independente da

origem, passaram por limpeza e poda de raízes, deixando-as com cerca de 10cm de comprimento.

Para a produção de mudas de raiz nua, foram utilizados leitos de cultivo, contendo substrato de CAC. O sistema foi constituído por duas bancadas de madeira (uma para cada genótipo) impermeabilizada com plástico, com dimensões de 3,0 m de comprimento, 1,0 m de largura e 0,10 m de altura. Para cada cultivar, foram utilizadas três plantas matrizes, espaçadas a 1,0 m. O enraizamento das mudas foi realizado no próprio leito de cultivo, a partir dos estolões emitidos pela planta matriz. Antes do processo de vernalização, estas mudas passaram por uma poda drástica da parte aérea, com supressão total das folhas e posteriormente foram arranjadas em maços de 50 mudas, colocadas em sacos plásticos transparentes fechados, e colocados em estufa BOD (Apêndice E).

Para todas as mudas, obtidas nas condições locais, o tempo de obtenção, desde o transplante das plantas matrizes (13/10/2015) até a retirada dos locais de produção de mudas e início do tratamento (16/03/2016), foi de 155 dias. As mudas que não sofreram nenhum tipo de tratamento, continuaram seu crescimento normal, em sistema “floating” com adubação controlada, até a data do transplante para os slabs de cultivo 11/04/2016.

Neste experimento, houve perda de um dos fatores, muda nacional, da cultivar camarosa, vernalizada, devido a morte das plantas após o transplante. Considera-se, como um dos prováveis motivos desta ocorrência, o tempo de vernalização associado a elevada umidade em que as mudas foram armazenadas para o processo de vernalização, gerando o aparecimento de mofo e “mela” (criação de gosmas) destas plantas, e conseqüentemente perda de qualidade do material. Da mesma forma as mudas da cultivar aromas apresentaram o mesmo problema, todavia não houve morte total das plantas, apenas redução na confiabilidade deste tratamento, o que resultou na exclusão deste fator no trabalho. Um dos possíveis fatores que também colaboraram para a redução da sobrevivência das mudas após o transplante, citado por BALDINI (1997), ¹ poderia estar relacionado ao consumo das reservas das mudas de raiz nua durante o processo de vernalização.

¹ BALDINI, E.M. **Vernalização de duas cultivares de morango: produção e análise econômica**. 1997. 54f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- **Segundo ciclo: 2017/2018**

Experimento 3 e 4

Para ambos os experimentos, 3 e 4 (segundos ciclos de cultivo) estes começaram em 18/03/2017, onde foi realizada uma poda drástica nas plantas do ano anterior, ou seja, foi uma repetição dos experimentos 1 e 2, respectivamente) sem qualquer substituição de muda ou substratos. Desta forma o fator muda, continuou igual, apenas com mudas de segundo ano, e o fator substrato, no experimento 1, novo (sem uso) e velha (1 ano de uso) do experimento 1, passou a ser, respectivamente no experimento 3, substrato com 1 ano de uso e substrato com 2 anos de uso. No experimento 4, o substrato foi reutilizado novamente.

A primeira colheita, para ambos os experimentos, ocorreu em 26/05/2017, 69 dias após a poda das plantas. Ao total, foram 53 colheitas, totalizando 360 dias de cultivo (13/03/2018 fim dos experimentos).

Neste ciclo, o manejo de pragas e doenças foi semelhante ao primeiro ciclo de cultivo, apenas houve outros manejos, pois, houve o surgimento e ataque da larva da mosca *Fungus Gnats*. Esta foi controlada, primeiramente, com o corte do fornecimento de solução nutritiva, por alguns dias e posterior aplicação de *Bacillus thuringiensis* (BTI), via fertirrigação, na dose de 5ml L⁻¹.

Durante todos os ciclos de cultivo, semanalmente, foram realizadas podas de limpeza e monitoramento de pragas e doenças. Para o controle destas, foram adotadas estratégias de manejo integrado, tais como: uso de armadilhas adesivas instaladas logo acima do dossel da cultura; utilização de armadilha adesivo-luminosa para a captura de insetos noturnos; uso de pasta aderente anti-formiga (FORMIFUU®) para evitar a subida de formigas às bancadas de cultivo; controle biológico do ácaro rajado *Tetranychus urticae* através do emprego do inimigo natural *Phytoseiulus macropilis* (ácaro predador-Macromip®); aplicações foliares preventivas com produto a base de óleo de NIM. Outra prática realizada durante a condução do experimento foi à catação manual de lagartas e percevejos, presentes nas plantas.

Devido a um ataque intenso de ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*), no primeiro ano de cultivo, decidindo-se então aplicar o acaricida “KRAFT 36EC®” (Abamectina) na dosagem de 0,3 ml L⁻¹, com o objetivo de reduzir o tamanho da população da praga que viesse a comprometer o próximo cultivo. O inseticida

possui registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a cultura do tomateiro, sob o nº 07703.

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

As colheitas foram realizadas, com uma frequência de duas vezes por semana, sempre que frutos maduros apresentavam 75% de cor vermelha. Estes eram contados, pesados para determinação de massa fresca, avaliado o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) e após eram secos em estufa a 65°C até peso constante, para determinação de sua massa seca.

- **Doutorado Sanduíche**

Através da concessão da bolsa pelo órgão de fomento CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo programa PDSE (Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior) nº 88881.135186/2016-01, nos meses de agosto de 2017 a setembro de 2018, foram realizadas pesquisas em parceria com as Universidades de Oviedo e Huelva, sobre supervisão do Professor Dr. Pedro Palência (Universidad de Oviedo). Estas pesquisas tinham como objetivo avaliar o efeito do peróxido de hidrogênio em cultivo sem solo de morango, visando promover um enriquecimento de oxigênio dissolvido na solução nutritiva até condições de sobressaturação.

Foram realizados dois experimentos, em vasos, preenchidos com turfa e em slabs, com fibra de coco, em uma estufa de polietileno localizada na Universidad Politécnica de la Rábida, Huelva, no sudoeste da Espanha (N 37° 12 '3,19' 'e longitude O 6° 55' 6,33 ", a 22m acima do nível do mar).

Maiores especificações dos experimentos e resultados obtidos estão descritas no apêndice F.

ARTIGO I

Procedência da muda de morangueiro e reutilização de substrato de casca de arroz em sistema “fechado” de cultivo

(A ser submetido à Revista “Pesquisa Agropecuária Tropical”)

**PROCEDÊNCIA DA MUDA DE MORANGUEIRO, ARRANJO DE PLANTAS NA
LINHA DE CULTIVO E REUTILIZAÇÃO DE SUBSTRATO DE CASCA DE ARROZ
EM SISTEMA “FECHADO” DE CULTIVO**

RESUMO

Um dos principais entraves na produção brasileira de morangos, está no grande custo pago pelas mudas importadas associado ao atraso na entrega do material, o que leva a transplantes tardios (final de maio, junho), retardando o início da colheita (a qual se concentra a partir de setembro) fazendo com que os produtores não consigam colocar o fruto no mercado na época de maior preço. Aliado a este fato práticas culturais e ambientais, fazem-se necessárias a fim de obter um sistema produtivo cada vez mais viável, com redução de custos de produção, aumento de produtividade e qualidade de frutos. Dentre estas técnicas o arranjo de plantas na linha de cultivo, permite melhorar o aproveitamento na área de exploração das plantas, o que poderia resultar em maiores produtividades, assim como o reaproveitamento do substrato e da solução nutritiva permitem otimizar os recursos produtivos reduzindo o impacto ambiental. Desta maneira, objetivou-se avaliar o comportamento produtivo de mudas de morangueiro com diferentes procedências e o arranjo de plantas na linha de cultivo em dois ciclos de cultivo, 2016/2017 e 2017/2018, em sistema fechado, com reutilização de substrato CAC e diferentes arranjos de plantas na linha de cultivo. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, resultantes da combinação dos dois níveis do fator substrato (casca de arroz carbonizada nova e reutilizada), dois níveis do fator procedência da muda (mudas importadas do Chile e mudas produzidas nas condições locais com torrão) e dois arranjos de plantas (linha simples e linha desencontrada). A reutilização do substrato de casca de arroz carbonizada em cultivo subsequente tende a melhorar as respostas produtivas da cultura; mudas produzidas nas condições locais apresentam produção de frutos inferior a das mudas importadas, 528,93 e

567,06g planta⁻¹, respetivamente, no primeiro ciclo, e de 813,50 e 1031,60g planta⁻¹, respetivamente, no segundo ciclo, todavia, antecipam o período de colheita, podendo ser uma alternativa frente à mudas importadas na obtenção de colheitas precoces; e o arranjo de plantas dentro da linha de cultivo não altera as respostas produtivas da cultura em sistema de cultivo sem solo com recirculação da solução nutritiva drenada.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa Duch.*; cultivo sem solo, arranjo de plantas, muda nacional, muda importada.

INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul contribui com 13,15% da produção nacional da produção nacional de morangos (*Fragaria x ananassa Duch.*) (21.763 de toneladas em uma área de 518ha), a qual é predominantemente destinada para a mesa (ANTUNES, BONOW & JUNIOR, 2020). Trata-se de um produto economicamente sustentável, com mercado garantido, com bom valor de venda e grande diversidade de comercialização.

Nesta perspectiva, o cultivo do morangueiro apresenta um papel significativo devido à geração de renda aos produtores rurais, principalmente em pequenas propriedades, pois possui alta rentabilidade por área (Passos et al. 2015), o que contribui para o fortalecimento e a sustentabilidade da atividade agrícola familiar no Rio Grande do Sul.

No Estado do Rio Grande do Sul, observa-se um expressivo crescimento do cultivo do morangueiro em recipientes do tipo *slab*, principalmente devido a questões como otimização da mão de obra, melhores condições ergométricas de trabalho, elevada rentabilidade da cultura e menor uso de agrotóxicos. Ainda, de acordo com Schafer et al. (2015), este significativo aumento do cultivo sem solo acabou resultando na necessidade de utilização de materiais que sirvam de substrato, com formulações e características distintas.

Devido à facilidade de manejo da solução nutritiva, este sistema vem sendo utilizado sem o reaproveitamento da solução nutritiva drenada (sistema aberto), causando desperdício de

51 água e fertilizantes e elevado potencial de impacto ambiental devido à lixiviação de nutrientes
52 para o solo e lençol freático (Brés, 2009), tornando o sistema menos eficiente. Desta forma, a
53 adoção de sistemas com reutilização da solução drenada (fechados), associada à reutilização do
54 substrato, tornaria o sistema de produção menos poluente, com melhor eficiência no uso da
55 água e economicamente mais viável.

56 Todavia cabe ressaltar que não existe um substrato ideal de cultivo, uma vez que há
57 diferentes necessidades de água, oxigênio e nutrientes para cada espécie vegetal, constituindo-
58 se assim um bom substrato, aquele que permita o adequado crescimento e desenvolvimento
59 vegetal. De acordo com Abad & Noguera (1998); Zorzeto (2011); Rebelo et al. (2014), as
60 características mais importantes para um adequado crescimento das plantas no substrato são:
61 elevada capacidade de retenção de água facilmente disponível, suprimento de ar suficiente,
62 salinidade reduzida, pH parcialmente ácido e capacidade média de tamponamento e isento de
63 sementes de espécies indesejáveis, patógenos e substâncias tóxicas.

64 A casca de arroz tem sido estudada isoladamente ou em mistura com outros materiais
65 com o propósito de utilização no cultivo em substrato, por se um material de baixo custo e com
66 grande disponibilidade, além de promover vantagens ambientais, diminuindo o descarte deste
67 material. A casca de arroz carbonizada (CAC) apresenta grande potencial de uso como
68 substrato isolado em sistemas “fechados”, dadas suas propriedades físicas (Medeiros et al.
69 2008) de elevada aeração e grande capacidade de drenagem, e propriedades químicas, como
70 pH próximo da neutralidade, baixa salinidade (Kämpf 2000; Fermino & Bellé 2000), além de
71 ser de baixo custo e fácil manuseio.

72 Adicionalmente, têm-se demonstrado que a reutilização da casca em ciclos sucessivos
73 não resultou em prejuízos à produção e qualidade de frutos de minitomateiro grape (ROSA et
74 al., 2016) e de pepineiro conserva (NEUTZLING, 2018), o que possibilita a prática, que para
75 o produtor representa economia em custos de frete e mão-de-obra.

Paralelamente a este contexto, a escolha do material propagativo é determinante para a produção. No Rio Grande do Sul, há uma predominância na utilização de mudas de raízes nuas importadas do Chile e/ou da Argentina. Isso se deve à elevada qualidade fisiológica e sanitária destas mudas, repercutindo em elevado rendimento de frutos. Entretanto, o grande custo pago pelas mudas importadas, podendo representar até 25% do custo total de produção (Reisser Junior. et al 2014), associado ao atraso na entrega do material, o que acaba deixando os produtores sem mudas para a realização do transplante, levando a plantios tardios (final de maio, junho) retardando o início da colheita e fazendo com que os produtores não consigam disponibilizar o fruto no mercado na época de maior preço.

Assim, as mudas nacionais, desde que comprovada seu potencial produtivo e como opção para diminuir a dependência pela importação, assegurando colheitas precoces, seriam uma alternativa. Através da utilização de plantas matrizes isentas de vírus, oriundas da cultura de tecidos, e substratos isentos de fungos de solo, é possível obter uma muda de boa qualidade fitossanitária para produção de frutos (Verdial et al. 2009). Contudo, há poucos estudos quanto ao grau de eficiência desta prática, principalmente quando se idealiza o cultivo em sistema de cultivo sem solo com recirculação da solução nutritiva drenada.

Outra prática cultural a ser considerada é o arranjo de plantas na linha de cultivo, almejando-se um melhor aproveitamento da área de exploração e aumento da produtividade. Para cultivares de dia neutro, que possuem menor vigor vegetativo quando comparadas às cultivares de dia curto (Marques & Peil, 2016), modificações na disposição das plantas no slab, como por exemplo, menor espaçamento entre plantas na linha, poderiam trazer benefícios do ponto de vista produtivo, principalmente no inverno, quando as condições ambientais de temperatura e luminosidade diminuem. Da mesma forma, o arranjo de plantas na linha de cultivo, linhas simples ou desencontradas, poderiam propiciar diferenças no desenvolvimento da cultura. Linhas simples, quando comparadas com linhas duplas, tendem a promover uma

superfície mais apropriada para o desenvolvimento foliar e menor sombreamento mútuo entre as plantas. Este fato poderia resultar em: maior interceptação dos raios solares, devido a maior penetração da radiação solar no interior do dossel e consequentemente maior taxa de fotossíntese, maior assimilação de carboidratos e maior emissão de botões florais. Da mesma forma, poderia favorecer uma melhor ventilação entre as plantas, devido a uma menor área foliar sobre uma mesma superfície, propiciando um ambiente mais ventilado e seco, diminuindo a incidência de doenças. Os tratamentos fitossanitários poderiam ser mais efetivos, devido a maior eficiência na aplicação de produtos, com maior área de contato do produto com a folha. A eficiência e qualidade da colheita, seriam melhoradas, pois há uma melhor visualização da planta, em produção, evitando que frutos sejam encobertos pelas folhas, e que não sejam colhidos. Em síntese, também haveria uma melhora na qualidade de frutos, devido a maior incidência/penetração dos raios solares sobre os frutos, melhorando sua coloração e síntese de açúcares.

Considerando este contexto, objetivou-se avaliar o comportamento produtivo de mudas de morangueiro com diferentes procedências, em dois ciclos de cultivo, 2016/2017 e 2017/2018, em sistema fechado, com reutilização de substrato CAC e diferentes arranjos de plantas na linha de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de 11/04/2016 a 13/03/2018, em dois ciclos de cultivo, em um abrigo coberto com polietileno transparente com área de 210 m², localizado no Campus da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), município Capão do Leão – RS. O clima dessa região caracteriza-se por ser temperado, de verão quente, sendo, pela classificação de Köppen do tipo Cfa.

Os tratamentos consistiram de dois substratos: casca de arroz carbonizada sem uso, sendo denominada, casca de arroz nova (CAN) e casca de arroz carbonizada reutilizada (CAR;

em segundo ano de uso), proveniente de cultivo anterior, realizado nas mesmas condições deste experimento; duas procedências de mudas da cultivar Aromas de dia neutro, nacional (com torrão) e importada (raiz nua) de um viveiro chileno e dois arranjos de plantas, linha simples e linha desencontrada de cultivo.

As características físicas e químicas da CAN e da CAR, antes da instalação do experimento, são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Densidade úmida (DU), matéria seca (MS), densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD), capacidade de retenção de água (CRA), condutividade elétrica (CE) e pH dos substratos casca de arroz carbonizada sem uso e reutilizada.

Substrato	DU (g l ⁻¹)	MS (%)	DS (g l ⁻¹)	PT (%)	EA (%)	AFD (%)	CRA à 10cm (%)	CE (dS m ⁻¹)	pH em água
Primeiro ciclo de cultivo 2016/2017 (análise inicial)									
Casca de arroz nova (sem uso)	176	78	138	82	46	24	36	0,08	7,27
Casca de arroz reutilizada (com um cultivo)	214	50	107	82	30	42	51	0,15	5,82
Segundo ciclo de cultivo 2017/2018 (análise inicial)									
Casca de arroz nova (com um cultivo)	265	49	130	78	16	8	62	0,13	5,70
Casca de arroz reutilizada (com dois cultivos)	415	53	220	78	10	3	68	0,30	5,64

As plantas foram cultivadas em sacos de filme plástico branco tubular (“slabs”) preenchidas com 50 litros de substrato (dimensões de 1,00 m de comprimento, 0,30 m de largura e 0,20 m de altura). Os slabs foram dispostos a 0,9 m de altura do solo sobre canais de madeira de 6,0 m de comprimento, 0,2 m de largura e 0,1 m de profundidade, com desnível de 2,0%, internamente impermeabilizados com filme plástico para coletar a solução nutritiva

drenada e reconduzi-la ao tanque de armazenamento de solução (um reservatório para cada tipo de substrato, para evitar a mistura dos drenados), proporcionando a sua reutilização, caracterizando assim, um sistema fechado com recirculação da solução nutritiva.

Cada canal suportava oito slabs, sendo dispostos em linhas pareadas (dezesesseis slabs), separadas por uma distância interna de 0,2 m. Em cada slab foram transplantadas seis mudas, em apenas uma linha, referente ao nível “linha simples” ou seis mudas dispostas em duas linhas paralelas e desencontradas (“ziguezague”), formando o outro nível de arranjo, “linha desencontrada”. O espaçamento entre plantas foi de 0,23m na linha e entre slabs de 0,20m, com caminhos de 0,50m, resultando, para ambos arranjos de plantas, densidade de 10 plantas m⁻².

A solução nutritiva empregada foi adaptada a partir da solução proposta por Sonneveld & Straver (1994) para a cultura do morangueiro, cuja composição de macronutrientes (em mmol litro⁻¹) era de: 9,95 de NO₃⁻; 1,26 de H₂PO₄⁻; 2,48 de SO₄⁻²; 0,74 de NH₄⁺; 5,99 de K⁺; 2,9 de Ca⁺²; 1,82 de Mg⁺²; e de micronutrientes (em mmol litro⁻¹): 1,08 de Fe; 0,20 de Mn; 0,07 de Zn; 0,17 de B; 0,025 de Cu; 0,05 de Mo.

O valor de pH da solução nutritiva foi mantido entre 5,5 e 6,5 através da adição de solução de correção à base de ácido sulfúrico (H₂SO₄ 1N) ou hidróxido de potássio (KOH 1N) e o valor da condutividade foi mantido na faixa de 1,3 a 1,9 dS m⁻¹.

A solução nutritiva foi fornecida por meio de cintas de gotejo (com gotejadores espaçados a cada 10cm e vazão de 1,35 litros hora⁻¹), com pulsos entre de 3 a 5min e frequência de três a cinco vezes ao dia, variando de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta e tipo de substrato. A solução nutritiva dos reservatórios em nenhum momento foi substituída. Uma vez por mês, permitia-se o esgotamento quase que total do reservatório e após era restabelecido o nível de água com posterior ajuste dos parâmetros químicos predefinidos, não sendo realizado em nenhum momento a lavagem do substrato com água.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso em esquema trifatorial (2 x 2 x 2) com parcela subsubdividida, resultantes da combinação dos dois níveis do fator substrato (CAN e CAR), dois níveis do fator procedência da muda (mudas importadas do Chile e mudas produzidas nas condições locais com torrão, obtidas a partir de estolões enraizados de plantas matrizes e sem qualquer tipo de tratamento de luz ou temperatura) e dos dois arranjos de plantas (linhas simples e linhas desencontradas), totalizando seis tratamentos. O fator substrato foi alocado na parcela (um canal com oito slabs; quarenta e oito plantas), o fator arranjo de plantas na subparcela (quatro slabs; vinte e quatro plantas) e o fator procedência da muda na subsubparcela (dois slabs; doze plantas). O experimento contou com quatro repetições, totalizando sessenta e quatro slabs e trezentas e oitenta e quatro plantas avaliadas.

Para obtenção das mudas da cultivar “Aromas”, produzidas nas condições locais do experimento, adquiriu-se plantas matrizes micropropagadas provenientes da empresa Multiplanta Biotecnologia Vegetal Ltda., localizada no município de Andradas-MG. Estas foram transplantadas para slabs contendo substrato de CAC, em sistema constituído por um canal de madeira de 6m de comprimento, 0,35 m de largura e 0,1 m de profundidade, impermeabilizados com plástico. A coleta de propágulos ocorreu em 12/02/2016, selecionando-se propágulos dos estolões de 1º ordem, sendo enraizados em bandejas de poliestireno expandido de 72 células contendo substrato agrícola comercial Carolina Soil®, sendo mantidos em câmara de nebulização.

No primeiro ciclo de cultivo 2016/2017, o transplante das mudas produzidas nas condições locais foi realizado no dia 11/04/2016, e das mudas importadas logo que foram disponibilizadas, dia 30/06/2016, as quais possuíam média de diâmetro de coroa de 0,8 e 1,8cm, respectivamente. Para o segundo ciclo de cultivo 2017/2018, o manejo adotado foi a não renovação das mudas, sendo realizado em 18/03/2017 uma poda drástica nas plantas do ano anterior, eliminando-se todas as folhas logo acima da coroa, conforme descrito por Marques &

Peil (2016), ou seja, foi uma repetição do ciclo anterior sem qualquer substituição de muda ou substratos. Desta forma o fator procedência da muda continuou igual, apenas com plantas de segundo ano, e os níveis do fator substrato novo (sem uso) e reutilizado (em segundo ano de uso) do primeiro ciclo de cultivo, passaram a ser, no segundo ciclo, substrato em segundo e terceiro ano de uso, respectivamente.

As colheitas foram realizadas sempre que os frutos apresentavam cerca de $\frac{3}{4}$ da superfície com coloração vermelha, quando foram contados e classificados em comerciais e não comerciais (tamanho $\leq 5g$ e/ou frutos deformados). No primeiro ciclo de cultivo, a primeira colheita das plantas originadas das mudas nacionais ocorreu no dia 20/07/2016 (100 dias após o transplante) e das plantas provenientes das mudas importadas, no dia 13/09/2016 (75 dias após o transplante), totalizando, respectivamente para cada procedência de muda, 43 e 32 colheitas.

No segundo ciclo de cultivo, a primeira colheita, para ambas as procedências de mudas, ocorreu em 26/05/2017, 69 dias após a poda das plantas, totalizando 53 colheitas.

O primeiro ciclo de cultivo foi finalizado em 13/03/2017, (336 dias após o transplante para mudas nacionais e 256 dias após o transplante para mudas importadas) e o segundo ciclo, foi finalizado em 13/03/2018 (360 dias após a poda das plantas, para ambas as procedências de mudas).

As variáveis produtivas avaliadas, desde o início até o final da fase reprodutiva, foram: produção de frutos comerciais (PFC), número de frutos comerciais por planta (NFCP), percentagem de frutos não comerciais (PFNC), massa média de frutos comerciais (MMF). A variável de qualidade avaliada foi o teor de sólidos solúveis (SS), através de refratômetro portátil, a cada 15 dias, durante as colheitas, utilizando-se dois frutos por repetição.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, usando o software estatístico Statistix® (versão 9.0).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância, indicou que não houve interação significativa pelo teste F (<0,05) entre substrato, origem da muda e arranjo de plantas para a totalidade das variáveis analisadas, o que permitiu a interpretação individual do efeito dos fatores (Tabelas 2, 3 e 4).

Tabela 2: Efeito do tempo de uso do substrato de casca de arroz carbonizada sobre as variáveis produtivas do morangueiro (cultivar “Aromas”), em dois ciclos produtivos: produção de frutos comerciais (PFC) e número de frutos comerciais por planta (NFCP), percentagem de frutos não comerciais (PFNC), massa média de frutos comerciais (MMF) e teor de sólidos solúveis (SS), em sistema com recirculação da solução nutritiva.

Primeiro ciclo de cultivo 2016/2017					
Substrato	NFCP	PFC (g planta ⁻¹)	PFNC (%)	MMF (g fruto ⁻¹)	SS (°Brix)
Casca Nova (1º ano de uso)	36,44B	454,33B	6,20B	12,50B	7,33 ^{ns}
Casca Velha (2º ano de uso)	47,53A	641,67A	8,60A	13,42A	6,99
Média	42,10	548,00	7,40	13,00	7,20
CV	12,50	13,20	-	4,70	13,40
Segundo ciclo de cultivo 2017/2018					
Casca "Nova" (2º ano de uso)	83,87 ^{ns}	927,14 ^{ns}	16,18 ^{ns}	11,02B	7,16 ^{ns}
Casca Velha (3º ano de uso)	78,87	917,96	15,35	11,60A	7,10
Média	81,37	921,05	15,76	11,30	7,13
CV	11,20	11,80	-	3,90	7,60

Médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de tukey, a 5% de significância; ^{ns} diferença não significativa pelo teste Tukey (p>0.05); CV = coeficiente de variação.

Tabela 3: Efeito da procedência da muda sobre as variáveis produtivas do morangueiro (cultivar “Aromas”), em dois ciclos produtivos: produção de frutos comerciais (PFC) e número de frutos comerciais por planta (NFCP), percentagem de frutos não comerciais (PFNC), massa média de frutos comerciais (MMF) e teor de sólidos solúveis (SS), em sistema de cultivo em substrato de casca de arroz carbonizada com recirculação da solução nutritiva.

Primeiro ciclo de cultivo 2016/2017					
Muda	NFCP	PFC (g planta ⁻¹)	PFNC (%)	MMF (g fruto ⁻¹)	SS (°Brix)
Nacional	42,57 ^{ns}	528,93B	6,10B	12,32B	6,78B
Importada	41,59	567,06A	8,70A	13,60A	7,54A
Média	42,10	548,00	7,40	13,00	7,20
CV	12,50	13,20	-	4,70	13,40
Segundo ciclo de cultivo 2017/2018					
Nacional	74,37B	813,50B	16,02 ^{ns}	10,94B	7,21 ^{ns}
Importada	88,37A	1031,60A	15,49	11,68A	7,05
Média	81,37	922,55	15,76	11,30	7,13
CV	11,20	11,80	-	3,90	7,60

Médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de tukey, a 5% de significância; ^{ns} diferença não significativa pelo teste Tukey (p>0.05); CV = coeficiente de variação.

Tabela 4: Efeito do arranjo de plantas sobre as variáveis produtivas do morangueiro (cultivar “Aromas”), em dois ciclos produtivos: produção de frutos comerciais (PFC) e número de frutos comerciais por planta (NFCP), percentagem de frutos não comerciais (PFNC), massa média de frutos comerciais (MMF) e teor de sólidos solúveis (SS), em sistema de cultivo em substrato de casca de arroz carbonizada com recirculação da solução nutritiva.

Primeiro ciclo de cultivo 2016/2017					
Arranjo	NFCP	PFC (g planta ⁻¹)	PFNC (%)	MMF (g fruto ⁻¹)	SS (°Brix)

Linha simples	41,62 ^{ns}	551,15 ^{ns}	7,15 ^{ns}	12,81 ^{ns}	7,15 ^{ns}
Linha desencontrada	42,50	544,84	7,65	13,12	7,17
Média	42,10	548,00	7,40	13,00	7,20
CV	12,50	13,20	-	4,70	13,40
Segundo ciclo de cultivo 2017/2018					
Linha simples	79,81 ^{ns}	906,74 ^{ns}	15,88 ^{ns}	11,34 ^{ns}	7,15 ^{ns}
Linha desencontrada	82,94	938,35	15,53	11,28	7,10
Média	81,37	922,55	15,70	11,30	7,13
CV	11,20	11,80	-	3,90	7,60

Médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de tukey, a 5% de significância; ^{ns} diferença não significativa pelo teste Tukey ($p>0.05$); CV = coeficiente de variação.

Os dados obtidos, demonstram, no primeiro ciclo de cultivo, efeito dos fatores: substrato, sobre as variáveis NFCP, PFC, PFNC, MMF e procedência da muda, sobre as variáveis PFC, PFNC, MMF e SS.

Com respeito ao efeito do substrato, as produtividades de 454 e 641g planta⁻¹ (Tabela 2), obtidas, respectivamente em CAN e CAR, no primeiro ano de cultivo, se configuram em valores similares e/ou superiores dos observados previamente por Medeiros et al. (2008), trabalhando com as cultivares “Camarosa” e “Camino Real” (mudas importadas), em um período de colheita de 95 dias, e Marco et al. (2019), com a cultivar “Camarosa” (mudas nacionais), em período de colheita de 157 dias, que apontaram a produção de 417g e 398,16 ± 18,20g por planta, respectivamente, com a utilização de CAC como substrato.

A superioridade dos resultados produtivos obtidos no primeiro ciclo com a CAR pode ser atribuída, principalmente, às suas características físicas mais adequadas, como maior CRA (51%) frente à CAN (36%) (Tabela 1).

Zorzeto (2011), avaliando o rendimento de morangueiro em substratos, constatou valores de 90% de EA, para o substrato CAC, denotando que esta composição pode gerar condições de deficiência hídrica às plantas. Zorzeto et al. (2016) destacam que um dos

principais fatores, que esta intimamente relacionado com o substrato utilizado nos sistemas de cultivo sem solo e que prejudica o desenvolvimento e a produção de plantas de morangueiro, é a restrição na disponibilidade hídrica, podendo causar retardo no crescimento inicial e atraso na frutificação, gerando uma menor produção.

Desta forma e de acordo com Schafer (2004), o recomendado para substratos que apresentem estas limitações, é a utilização de regas com menor duração com intervalo de tempo menor, o que é viável no sistema de cultivo em estudo, fechado, pois não há perdas da solução nutritiva drenada, sendo, portanto, um fator menos limitante para a utilização destes substratos.

No entanto, embora, no presente trabalho, tenha se adotado um regime de maior frequência de fertirrigação na CAN, para compensar a menor CRA e o elevado EA (46%; Tabela 1), isto não resultou em equiparação de produtividade em relação à CAR.

Com relação aos substratos, no primeiro ciclo de cultivo, os valores superiores das variáveis obtidos com o uso da CAR também podem estarem associados as suas características químicas, principalmente com relação ao menor valor de pH (5,82) apresentado por este substrato no início do cultivo, encontrando-se dentro da faixa ideal de pH (5,5 a 6,0), possibilitando uma maior disponibilidade dos íons nutrientes para as plantas, enquanto a CAN apresentou pH de 7,27 (Tabela 1).

No segundo ciclo de cultivo, o fator substrato propiciou apenas diferença significativa para MMF, havendo uma tendência de semelhança dos resultados obtidos para os demais parâmetros avaliados (Tabela 2). Sugere-se que a ausência de diferenças esteja associada à homogeneidade obtida com o tempo de uso dos substratos quanto às suas características, que apresentaram valores de atributos físicos e químicos próximos, os quais são fatores determinantes para o desenvolvimento da cultura.

Nos dois ciclos de cultivo, os valores de porosidade total dos dois substratos foram semelhantes (Tabela 1), sendo um atributo pouco informativo quando avaliado isoladamente,

por não categorizar o tamanho dos poros, de tal forma que o mesmo espaço poroso total pode ser ocupado por diferentes volumes de água e ar. Zorzeto (2011) destaca que materiais com alta porosidade podem ser vantajosos para aeração radicular, todavia podem resultar em baixa retenção de água, gerando deficiência hídrica. Este mesmo autor observou menor PFC utilizando-se casca de arroz em comparação com outros substratos (mistura de 50:50, v:v casca de pinus e casca de arroz e fibra de coco isolada), com frequências de fertirrigação de 2 a 4 vezes ao dia, considerando inadequado este substrato para o cultivo do morangueiro, se opondo aos resultados obtidos no presente estudo.

Por consequência e conforme Ferraz et al. (2005), os substratos devem ser analisados com base no máximo de atributos possíveis e selecionados de acordo com as necessidades das plantas e da disponibilidade de fertirrigação, devendo expressar certas propriedades físicas e químicas próximas ao indicado para cada cultura.

Com relação ao fator procedência da muda, em ambos ciclos de cultivo, houve diferenças significativas no comportamento produtivo de mudas importadas sobre as mudas nacionais, como os maiores valores de PFC e MMF (Tabela 3). Além destas diferenças, as mudas importadas propiciaram a obtenção de frutos com maior concentração de SS, porém maior PFNC no primeiro ciclo, e maior NFCP no segundo ciclo (Tabela 3).

As mudas importadas apresentaram superioridade de produção (para as quais se obteve 567,1 e 1031,6g planta⁻¹) frente às mudas nacionais (528,9 e 831,5g planta⁻¹) em 38,16 e 200,10g planta⁻¹, respectivamente, no primeiro e segundo ciclo de cultivo. As condições climáticas do viveiro, localizado na região de Pelotas, de baixa altitude, nas quais o acúmulo de horas de frio é inexistente, possivelmente, justificam as diferenças. Temperaturas noturnas reduzidas entre fevereiro e março são fundamentais para promover acúmulo de reservas nas raízes e mudas de qualidade. Isso coincide com as afirmações de Gonçalves et al. (2016) e Cocco et al. (2011), de que mudas importadas do Chile e da Argentina apresentam melhor

qualidade fisiológica, em função das condições de baixa temperatura e umidade relativa nos viveiros onde são produzidas, o que é primordial para a obtenção de altas produtividades.

No entanto, a superioridades das mudas importadas não é uma resposta obtida de forma hegemônica. Contrariando os resultados obtidos no presente trabalho, Webler (2019), em sistema de cultivo sem do solo, verificou diferenças significativas com maiores valores de PFC e NFCP de mudas nacionais da cultivar Albion de baixa altitude (Agudo – RS, altitude de 150m (481,1g e 35,5 frutos) em comparação com mudas importadas da Patagônia Argentina (392,8g e 28,5 frutos)

Todavia cabe destacar que as mudas nacionais foram transplantadas 80 dias antes que as mudas importadas, o que promoveu uma antecipação do início da colheita em 55 dias (primeira colheita 20/07/2016 para mudas nacionais, e 13/09/2016 para mudas importadas) e onze colheitas superiores frente às mudas importadas, proporcionando ganho em produção precoce coincidindo com a época de maior valor do fruto no mercado.

Resultados semelhantes, foram encontrados por Becker (2017), estudando o comportamento produtivo de mudas nacionais, com torrão, produzidas em sistema de cultivo sem solo, que constatou que a antecipação no transplante das mudas promove um ganho de produção precoce e total, verificando para a cultivar Aromas, produções decrescentes entre 777,67g e 471,49g por planta com datas de transplante entre 16 /03 e 16/04/2015, na região de Pelotas, em sistema de cultivo no solo sob túnel baixo.

Assim, , as diferenças nas condições do ambiente de cultivo das plantas matrizes e a época do plantio das mudas podem resultar em diferentes respostas produtivas, conforme indicado por Rosa et al. (2013), principalmente quando se comparam mudas nacionais e importadas.

As maiores percentagens de frutos não comerciais, no primeiro ciclo de cultivo, foram observadas nas mudas nacionais (Tabela 3). Comportamento semelhante foi observado por

Webler (2019), em mudas nacionais da cultivar Albion, em sistema de cultivo sem solo, com 196 dias de cultivo. Segundo Watthier et al. (2011), a fração de frutos não comerciais ocorre geralmente por condições climáticas adversas, que causam problemas fitossanitários, ou mesmo por desbalanços nutricionais, quando estes não atingem o peso mínimo de 6,0 gramas. Em decorrência das plantas estarem nas mesmas condições de cultivo, a maior PFNC oriundos das mudas importadas pode estar relacionada com o fato destas mudas terem apresentado maiores produtividades e, acompanhando esta tendência, maior produção de frutos fora do padrão comercial.

Produtivamente, nota-se que no segundo ciclo de cultivo, independente dos fatores, os valores médios das variáveis NFCP e PFC elevaram-se em 51,73% e 59,40%, respectivamente, passando de 42,10 a 81,37 frutos por planta e de 548g a 922,55g por planta (Tabela 2, 3 e 4). Pressupõem-se, assim, que as plantas no segundo ano já se encontravam com o sistema radicular desenvolvido e estabelecido, resultando em maior vigor, o que se refletiu em produções maiores quando comparadas com as obtidas no primeiro ciclo de cultivo. A maior produção das plantas no segundo ano de cultivo se contrapõe ao indicado por Antunes & Reisser Junior (2019), que indicam que plantas no segundo ano podem apresentar comportamento produtivo reduzido com perda de qualidade dos frutos quando comparadas com plantas de primeiro ano. No entanto, coincide com as observações empíricas dos produtores.

A MMF apresentou maiores valores, independente do ciclo, na muda importada, com médias de 13g e 11g por fruto, no primeiro e segundo ciclo, respectivamente (Tabela 3). Valores semelhantes também foram encontrados por Webler (2019), cultivar Albion, em sistemas aberto e fechado de cultivo sem solo, de 13,4 e 14,1g, respectivamente, assim como Becker (2017), para a mudas nacionais, com torrão, da cultivar Aromas, com médias de 11,34g por fruto, com mudas transplantadas no dia 16/03/2015; 10,87g por fruto, com mudas

transplantadas no dia 01/04/2015 e 11,90g por fruto, com mudas transplantadas no dia 16/04/2015, sendo portando uma característica da cultivar em estudo.

As diferenças quanto aos valores de teores de sólidos solúveis (Brix°) medidos apenas foram significativas no primeiro ciclo de cultivo avaliando o efeito do fator muda (Tabela 3), evidenciando que o tempo de uso do substrato (Tabela 2) e arranjo de plantas (Tabela 4) não apresentaram efeito sobre a concentração de açúcares nos frutos. Estes valores estão acima dos encontrados por Becker (2017), de 5,14 e 4,15°Brix, para a cultivar “Aromas”, em cultivo no solo, para a região de Pelotas. O teor de SS pode ser influenciado por inúmeros fatores, como condições climáticas, pela cultivar, maturação dos frutos, concentração e composição da solução nutritiva (Passos et al. 2015). Desta maneira, se pressupõe que ao usar a mesma solução nutritiva, cultivar e substrato, a qualidade dos frutos colhidos não seria alterada (Webler 2019). Todavia cabe salientar que as condições de cultivo em que as diferentes mudas foram produzidas, eram distintos, levando-se a crer na hipótese de existência de variabilidade genética entre os materiais propagados na Argentina e no Brasil, isto é, as plantas matrizes poderiam ser geneticamente diferentes, o que, poderia causar diferenças no desenvolvimento da cultura e qualidade do fruto, mesmo em ambientes iguais de cultivo.

Com relação ao efeito do arranjo de plantas, este não proporcionou diferenças significativas em todas as variáveis avaliadas, para ambos os ciclos, não sendo um efeito de relevância neste estudo. Todavia em termos práticos, a utilização de linhas simples, promove uma facilidade no momento da colheita, diminuindo que frutos fiquem coberto pelas folhas das plantas ou fiquem entre as bancadas de cultivo, permitindo uma maior visibilidade na hora de sua colheita.

Franco et al. (2017), avaliando a densidade de plantio e o arranjo de plantas da cultivar “San Andreas”, encontraram valores de 6,91 e 6,50°Brix para as densidades de 10 plantas por slab dispostas em linha simples e quatorze plantas por slabs dispostas em duas linhas,

respectivamente, para slabs com 1,5m de comprimento. O autor aponta que o menor teor de sólidos solúveis identificado na maior densidade de plantio pode estar associado a menor radiação interceptada individualmente pela planta e consequentemente reduzindo a taxa fotossintética, fazendo com que a planta diminua a síntese de carbono o que remete em frutos com menor acúmulo de açúcares. Desta forma a ausência de efeitos deste fator, não somente nos valores de SS e sim sobre todas as variáveis analisadas, pode ser atribuído a igualdade quanto à densidade de plantio para ambos os arranjos de plantas estudados.

Em suma, os maiores valores de produtividade obtidos com as mudas importadas, nos dois ciclos de produção, podem ser atribuídos ao maior número de horas de frio recebido por estas mudas durante seu período de formação e transporte até os produtores, resultando em maior uniformidade de brotação e desenvolvimento, convertendo em frutos de melhor qualidade. Convém reforçar que as mudas produzidas nas condições locais não acumularam horas de frio durante o período pré-plantio, tampouco passaram por qualquer tipo de tratamento de vernalização.

Os resultados também indicam que a reutilização do substrato se mostra possível, com muitas vantagens do ponto de vista prático e ambiental, uma vez que o sistema já se encontra instalado, sem necessidade de reposição do substrato, otimizando a mão de obra, reduzindo custos e diminuindo o impacto no ambiente com o descarte inadequado desse material.

CONCLUSÕES

Considerando as características produtivas e do ponto de vista prático, conclui-se que, para as circunstâncias em que o experimento foi realizado, a reutilização do substrato de casca de arroz carbonizada em cultivo subsequente tende a melhorar as respostas produtivas da cultura; mudas produzidas nas condições locais apresentam produção de frutos inferior a das mudas importadas, 528,93 e 567,06g planta⁻¹, respetivamente, no primeiro ciclo, e de 813,50 e 1031,60g planta⁻¹, respetivamente, no segundo ciclo, todavia, antecipam o período de colheita,

podendo ser uma alternativa frente à mudas importadas na obtenção de colheitas precoces e o arranjo de plantas dentro da linha de cultivo não altera as respostas produtivas da cultura em sistema de cultivo sem solo com recirculação da solução nutritiva drenada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e ao CNPq, pelo auxílio financeiro e pela bolsa de doutorado (Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior – PDSE 88881.135186/2016 01) e de Produtividade em Pesquisa e à UFPel, pelo apoio institucional.

REFERÊNCIAS

- ABAD-BERJÓN, MANUEL; NOGUERA PATRICIA MURRAY. *Substratos para el cultivo sin suelo y fertiirrigación*. In: CADAHIA, Carlos López. Fertiirrigación. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 1998. 475p. Cap.8. p.287-342. 1998.
- ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C. *Recomendação da utilização do sistema de produção fora de solo para morangueiro*. Circular técnica – EMBRAPA. Pelotas, RS. ISSN 1516-8832. 12p. 2019.
- BECKER, TAIS BARBOSA. *Produção de mudas de morangueiro fora do solo sob diferentes concentrações de nitrogênio nas matrizes e datas de plantio das mudas na região sul do RS*. 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS. 2017.
- BRÉS, W. *Estimation of nutrient losses from open fertigation systems to soil during horticultural plant cultivation*. Polish Journal of Environmental Studies, Olsztyn, v. 18, n. 3, p. 341-345, 2009.
- COCCO. et al. *Crown size and transplant type on the strawberry yield*. Scientia Agriculturae, v. 68, n. 4, p. 489-493, 2011.
- FAO. Faostat 2017. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em: 26 março de 2021.
- FAO. Faostat 2019. Disponível em: <http://faostat.fao.org/> . Acesso em: 26 março de 2021.

- 438 FERMINO, M. H.; BELLÉ, S. *Substratos hortícolas. In: Plantas Ornamentais: aspectos da*
 439 *produção*. Passo Fundo: EDIUBE, 2000. P. 29-40. 2000.
- 440 FERRAZ, M.V.; CENTURION, J.F.; BEUTLER, A.N.et al. *Caracterização física e química*
 441 *de alguns substratos comerciais*. Acta Scientia Agronômica, v.27, n.2, p.209-214, 2005.
- 442 FRANCO, E. O; ULIANA, C.; MADRUGA LIMA, C. S. *Características físicas e químicas de*
 443 *morango ‘San Andreas’ submetido a diferentes posicionamentos de slab, densidades de plantio*
 444 *e meses de avaliação*. Revista Ibero-americana de Tecnología Postcosecha, v. 18, n. 2, 2017.
- 445 GONÇALVES, M. A. et al. Comportamento produtivo de Cultivares de Morangueiro
 446 estabelecidos a partir de mudas com torrão. Revista Eletrônica Científica Uergs, v. 2, n. 3, p.
 447 277-283, 2016.
- 448 KÄMPF, A N. *Produção comercial de plantas ornamentais*. Guaíba: Agropecuária,254p.,
 449 2000.
- 450 ANTUNES, LUIS EDUARDO CORRÊA; BONOW, SANDRO; JUNIOR, CARLOS
 451 REISSER. *Morango, crescimento constante em área de produção*. Anuário Hortifrúti 2020
 452 Revista Campo & Negócios. p.88 – 92, 2020.
- 453 MARCO, E.; PERES, M. M.; BOELTER, J. H.; MATOSO, E. S., SILVA, S. D. A.; SILVA,
 454 M., T. *Desenvolvimento e produção de frutas de morangueiro cultivar camarosa em substrato*
 455 *alternativo sob diferentes densidades de plantio*. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 9,
 456 p. 15800-15814, 2019.
- 457 MEDEIROS C. A. B.; STRASSBURGER A. S.; ANTUNES L. E. C. *Avaliação de substratos*
 458 *constituídos de casca de arroz no cultivo sem solo do morangueiro*. Horticultura Brasileira, v.
 459 26, n. 2, S4827-S4831, 2008.
- 460 NEUTZLING, C. *Reutilização de substrato de casca de arroz in natura em sistema de calhas*
 461 *com recirculação do lixiviado para cultivo de híbridos de pepineiro conserva*. Dissertação
 462 (Mestrado em Agronomia) – Programa de PósGraduação em Sistemas de Produção Agrícola

- 463 Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas.
464 99f, 2018.
- 465 PASSOS, F. A; TRANI, P. E; CARVALHO, C. R. L. *Desempenho agronômico de genótipos*
466 *de morangueiro*. Horticultura Brasileira, v. 33, n. 2, p. 267-271, 2015.
- 467 PORTELA, I. P.; PEIL, R. M. N.; ROMBALDI, C. V. *Efeito da concentração de nutrientes no*
468 *crescimento, produtividade e qualidade de morangos em hidroponia*. Horticultura Brasileira,
469 v.30, n.2, p.281-288, 2012.
- 470 RAMPAZZO, ELCIO FÉLIZ et al. Cultivo de morangueiro em substrato. In: MARQUES,
471 GABRIEL N.; PEIL, ROBERTA MARINS N. *Ecofisiologia de cultivares de Morangueiro*.
472 Curitiba: SENAR-PRE, p. 35-43, 2016.
- 473 REISSER JÚNIOR, C; ANTUNES, LEC; ALDRIGHI, M; VIGNOLO, G. *Panorama do*
474 *cultivo de morangos no Brasil*. Campo e Negócios: Hortifruti, p. 57-59, 2014.
- 475 REBELO, JOSÉ ÂNGELO. *Produção de hortaliças em Santa Catarina*. Florianópolis: Epagri,
476 2014, 156p. (Boletim didático, 107). 2014.
- 477 ROSA, D. S. B. et al. *Reutilização de substrato de casca de arroz e número de hastes para o*
478 *tomateiro grape em sistema com recirculação da solução nutritiva*. In: Anais de resumos
479 expandidos do XI Encontro Brasileiro de Hidroponia e III Simpósio Brasileiro de Hidroponia.
480 Florianópolis, p.73-76. 2016.
- 481 ROSA, H. T.; STRECK, N. A.; WALTER, L. C.; ANDRIOLO, J. L.; SILVA, M. R. DA.
482 *Crescimento vegetativo e produtivo de duas cultivares de morango sob épocas de plantio em*
483 *ambiente subtropical*. Revista Ciência Agronômica, v.44, p.604-613, 2013.
- 484 SCHAFER, G. *Produção de porta-enxertos cítricos em recipientes e ambiente protegido no*
485 *Rio Grande do Sul*. 2004. 129f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Curso em Pós-graduação em
486 Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2004.

- 487 SCHAFFER, GILMAR; SOUZA, PAULO VITOR DUTRA; FIOR, CLAUDIMAR SIDNEI.
488 *Um panorama das propriedades físicas e químicas de substratos utilizados em horticultura no*
489 *sul do Brasil*. Ornamental Horticulture, v.21, n.3, p299-306. 2015.
- 490 SONNEVELD, C.; STRAVER, N. *Nutrient solution for vegetables and flowers grown in water*
491 *or substrates*. 10th ed. The Netherlands, proefstation voor Tuinbouw onder Glas Te Naaldwijk.
492 (Series: Voedingsoplossingen Glastuinbouw, n8). 45p., 1994.
- 493 VERDIAL, M. F.; NETO, J. T.; MINAMI, K.; FILHO, J. A. S.; CHRISTOFFOLETI, P. J.;
494 SCARPARE, F. V.; KLUGE, R. A. *Fisiologia de mudas de morangueiro produzidas em*
495 *sistema convencional e em vasos suspensos*. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 31, n. 2, p.
496 524-531, 2009.
- 497 ZORZETO, THAIS QUEIROZ. *Caracterização física e química de substratos para plantas e*
498 *sua avaliação no rendimento do morangueiro (Fragaria x ananassa Duch.)*. Campinas: IAC,
499 2011. Dissertação, Instituto Agronômico de Campinas – IAC, 110p., 2011.
- 500 ZORZETO, T. Q.; JÚNIOR, F. F.; DECHEN, S. C. F. *Substratos de fibra de coco granulada*
501 *e casca de arroz para a produção do morangueiro ‘Oso Grande’*. Bragantia, v. 75, n. 2, p. 222-
502 229, 2016.
- 503 WEBLER, ANDERSON RAFAEL. *Partição de massa seca, produção e qualidade de*
504 *morango em função do sistema de fertirrigação e da origem das mudas*. 2019. 65 f. Dissertação
505 (Mestrado em Agronomia – Agricultura e Ambiente) - Faculdade de Agronomia, Universidade
506 Federal de Santa Maria, Campus Frederico Westphalen, RS, Brasil, 2019.
- 507 WATTHIER, M. et al. *Produção de morangueiro a partir de mudas de origem Argentina em*
508 *sistema de produção orgânica*. VII Congresso Brasileiro de Agroecologia. Fortaleza – CE
509 2019.

ARTIGO II

**Indução floral artificial de mudas nacionais de morangueiro melhora as
respostas produtivas da cultura?**

(Submetido à Revista “Pesquisa Agropecuária Tropical”)

INDUÇÃO FLORAL ARTIFICIAL DE MUDAS NACIONAIS DE MORANGUEIRO MELHORA AS RESPOSTAS PRODUTIVAS DA CULTURA?

O potencial produtivo de uma muda de morangueiro é uma característica extremamente dependente do estímulo ambiental a que ela foi submetida no viveiro de produção de mudas e sua resposta a estes estímulos. Perante a necessidade da autonomia na produção de mudas nacionais de morangueiro com alto potencial produtivo e de obter precocidade de colheita, o presente trabalho objetivou avaliar o comportamento produtivo de mudas produzidas nas condições locais submetidas a tratamento artificial de indução floral, frente a mudas nacionais sem tratamento e mudas importadas. Um experimento foi realizado durante dois ciclos de cultivo em substrato de casca de arroz carbonizada (de 11/04/2016 a 13/03/2018), sob um abrigo, localizado no Campus da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). O delineamento experimental foi em blocos causalizados, com quatro blocos, constituindo um experimento bifatorial com seis tratamentos (2 x 3), resultantes da combinação dos dois níveis do fator cultivar (“Aromas” e “Camarosa”) e três níveis do fator tipo de muda (mudas com torrão, produzidas nas condições locais, sem nenhum tipo de tratamento de luz ou temperatura; mudas com torrão, produzidas nas condições locais, com tratamento de indução floral artificial; e mudas de raiz nua importadas do Chile). Mudas produzidas nas condições locais e com indução floral artificial não melhoram as respostas produtivas das plantas das cultivares “Camarosa” e “Aromas”; no primeiro ano de cultivo, apresentam comportamento produtivo semelhante ao de mudas locais sem tratamento de indução e ao de mudas importadas; no segundo ano de cultivo, podem, inclusive apresentar respostas inferiores; mudas nacionais sem tratamento de indução da cultivar “Camarosa” propiciam produção de frutos comerciais superior à das mudas importadas em segundo ano de cultivo; para a cultivar “Aromas”, as mudas importadas promovem maior produção de frutos no segundo ano de cultivo;; independente da cultivar, o

cultivo de mudas produzidas nas condições locais com torrão permite antecipar o transplante, com ganhos na produção precoce, tornando-se uma alternativa frente à mudas importadas.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duch.; recirculação da solução nutritiva, produção de frutos, muda nacional, muda importada.

INTRODUÇÃO

O cultivo do morangueiro apresenta um papel significativo devido à geração de renda aos produtores rurais, principalmente em pequenas propriedades, pois sua alta rentabilidade por área (Passos et al. 2015) contribui para o fortalecimento e a sustentabilidade da atividade agrícola familiar no Rio Grande do Sul.

Um dos principais insumos do sistema produtivo da cultura do morangueiro, que é decisivo para a produção, é a eleição do material propagativo. Nos cultivos realizados no sul do Brasil, a utilização de mudas de raízes nuas importadas do Chile e/ou da Argentina, predominam frente a utilização de mudas nacionais, devido a sua elevada qualidade fisiológica e sanitária, refletindo em elevado rendimento de frutos. Todavia, o grande custo pago pelas mudas importadas, que pode representar até 25% do custo total de produção (Reisser Junior. et al 2014), associado ao atraso na entrega do material, deixa os produtores à mercê da variação cambial e da chegada das mudas para definir o montante de recursos a ser disponibilizado para a aquisição deste insumo e para a realização do transplante, levando a transplantes tardios (final de maio, junho). Este é um dos principais gargalos na cadeia produtiva no sul do Brasil. Esta circunstância acaba retardando o início da colheita fazendo com que os produtores não consigam posicionar o fruto no mercado na época de menor oferta, em razão das condições climáticas e consequentemente de maior preço (abril a agosto), reduzindo seu retorno econômico com a exploração agrícola desta cultura.

Assim, as mudas nacionais, desde que comprovado o seu potencial produtivo e como opção para diminuir a dependência pela importação, o que asseguraria colheitas precoces,

representariam uma alternativa viável, além de permite prolongar o período produtivo da cultura (Caracciolo et al. 2009).

Segundo Verdial et al. (2009), para obter mudas de excelente qualidade é necessária a utilização de plantas matrizes oriundas da cultura de tecidos, que estão isentas de vírus, e substratos isentos de fungos de solo. Desta forma, faz-se necessário um sistema alternativo de produção de mudas, que permita um rigoroso controle da qualidade sanitária e nutricional, tornando-se, portanto, o sistema sem solo para a produção de mudas uma notável alternativa.

Todavia cabe salientar que o potencial produtivo de uma muda de morangueiro é uma característica extremamente dependente do estímulo ambiental a que ela foi submetida no viveiro de produção de mudas e sua resposta a estes estímulos. Segundo os autores Serce; Hancock, 2005; Verheul et al., 2006, os fatores climáticos de maior expressão que influenciam a cultura, tanto no desenvolvimento vegetativo quanto reprodutivo, são as relações entre fotoperíodo e temperatura.

Neste mesmo contexto, uma das respostas resultantes destes estímulos e que irá definir o potencial de formação das estruturas reprodutivas é a indução floral (Durner & Poling, 1985). Para que ela ocorra, a temperatura e o fotoperíodo devem permanecer favoráveis por um espaço de tempo suficiente, denominado ciclo indutivo. O número mínimo de ciclos de dias é dependente de cada grupo de cultivares de morango. Para cultivares de dia curto, pesquisas indicam, que as mudas devem manter-se por cerca de 15 dias em condições de temperatura média diária 14-16° C e fotoperíodo de 12 horas (Santos, 2003; Taylor, 2002; Stewart & Folta, 2010). Já para as cultivares de dia neutro, apesar de poucos estudos, Serçe & Hancock (2005) e Bradford et al. (2010) apregoam que a temperatura também é o principal elemento responsável pela indução floral. Ainda, de acordo com os mesmos autores, para que seja eficiente, todo o processo de estimulação deve ocorrer ainda no final do verão e início do outono (entre fevereiro e março), o que dificilmente é possível nas condições da região sul do Rio

Grande do Sul, fazendo-se necessária a utilização de métodos artificiais para suprir estas carências.

Perante a necessidade de alcançar autonomia na produção de mudas de morangueiro com alto potencial produtivo, assim como, de obter precocidade de colheita, o presente trabalho objetivou avaliar o comportamento produtivo de mudas produzidas nas condições locais submetidas a tratamento artificial de indução floral, frente a mudas nacionais sem tratamento e mudas importadas, em dois ciclos de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de 11/04/2016 a 13/03/2018, em dois ciclos de cultivo, em abrigo coberto com polietileno transparente com área de 210 m², no Campus da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), município Capão do Leão – RS. O clima dessa região caracteriza-se por ser temperado, de verão quente, sendo, pela classificação de Köppen do tipo Cfa.

As plantas de morangueiro foram cultivadas em sacos de filme plástico branco tubular (“slabs”) preenchidas com 50 litros de substrato de casca de arroz carbonizada (CAC) (dimensões de 1,00 m de comprimento, 0,30 m de largura e 0,20 m de altura) e instalados a 0,9 m de altura do solo sobre canais de drenagem. Foram utilizadas calhas de madeira de 6,0 m de comprimento, 0,2 m de largura e 0,1 m de profundidade cada, com desnível de 2,0%, previamente impermeabilizadas com filme plástico para coletar a solução nutritiva drenada e reconduzi-la ao tanque de armazenamento de solução, proporcionando a sua reutilização no sistema, caracterizando assim, um sistema fechado com recirculação da solução nutritiva.

O sistema foi constituído de quatro canais de cultivo, com seis metros de comprimento, que suportavam seis slabs. Em cada slab foram transplantadas seis mudas, dispostas em linha simples. O espaçamento entre plantas foi de 0,23m na linha, com caminho de 0,50m, resultando, na densidade de 10 plantas m⁻².

A solução nutritiva empregada foi adaptada a partir da solução proposta por Sonneveld

& Straver (1994) para a cultura do morangueiro, cuja composição de macronutrientes (em mmol litro⁻¹) era de: 9,95 de NO₃⁻; 1,26 de H₂PO₄⁻; 2,48 de SO₄⁻²; 0,74 de NH₄⁺; 5,99 de K⁺; 2,9 de Ca⁺²; 1,82 de Mg⁺²; e de micronutrientes (em mmol litro⁻¹): 1,08 de Fe; 0,20 de Mn; 0,07 de Zn; 0,17 de B; 0,025 de Cu; 0,05 de Mo.

O valor de pH da solução nutritiva foi mantido entre 5,5 e 6,5 através da adição de solução de correção à base de ácido sulfúrico (H₂SO₄ 1N) ou hidróxido de potássio (KOH 1N) e o valor da condutividade foi mantido na faixa de 1,3 a 1,9 dS m⁻¹.

A solução nutritiva foi fornecida por meio de cintas de gotejo (com gotejadores espaçados a cada 10cm e vazão de 1,35 litros hora⁻¹), com pulsos entre de 3 a 5min e frequência de três a cinco vezes ao dia, variando de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta. A solução nutritiva dos reservatórios em nenhum momento foi substituída. Uma vez por mês, permitia-se o esgotamento quase que total do reservatório e após era restabelecido o nível de água com posterior ajuste dos parâmetros químicos predefinidos, não sendo realizado em nenhum momento a lavagem do substrato com água.

O delineamento experimental foi em blocos causalizados, com quatro blocos, constituindo um experimento bifatorial com seis tratamentos (2 x 3), resultantes da combinação dos dois níveis do fator cultivar (“Aromas” e “Camarosa”) e dos três níveis do fator tipo de muda: mudas com torrão, produzidas nas condições locais, obtidas a partir de estolões enraizados de plantas matrizes, sem nenhum tipo de tratamento de luz ou temperatura; mudas com torrão, produzidas nas condições locais, obtidas a partir de estolões enraizados de plantas matrizes, com tratamento de indução floral artificial em câmara de crescimento por 26 dias no mês de março [temperatura de 14°C e fotoperíodo de 11 horas, conforme indicado por Serçe & Hancock (2005)]; mudas de raiz nua importadas do Chile, as quais passaram por limpeza e poda de raízes e, na sequência, foram transplantadas. O fator cultivar foi alocado na parcela (canal com seis slabs; trinta e seis plantas) e o fator tipo de muda, na subparcela (três slabs;

dezoito plantas). O experimento contou com quatro repetições, totalizando vinte e quatro slabs e cento e quarenta e quatro plantas avaliadas.

Para obtenção das mudas produzidas nas condições locais do experimento, adquiriu-se plantas matrizes micropropagadas provenientes da empresa Multiplanta Biotecnologia Vegetal Ltda., localizada no município de Andradas-MG. Estas foram transplantadas para slabs contendo substrato de CAC, em sistema constituído por um canal de madeira de 6m de comprimento, 0,35 m de largura e 0,1 m de profundidade, impermeabilizados com plástico. A coleta de propágulos ocorreu em 12/02/2016, sendo estes colocados para enraizar em bandejas de poliestireno expandido de 72 células, contendo substrato agrícola comercial Carolina Soil[®], as quais foram mantidas em câmara de nebulização.

Para todas as mudas obtidas nas condições locais, o tempo de viveiro, desde o transplante das plantas matrizes (13/10/2015) até a retirada destas e início do tratamento de indução floral (16/03/2016) foi de 155 dias. As mudas que não sofreram tratamento de indução floral artificial continuaram seu crescimento, normalmente, em sistema “*floating*”, com adubação controlada, até a data do transplante para os slabs.

No primeiro ciclo de cultivo (2016/2017), o transplante dos dois tipos de mudas produzidas nas condições locais, de ambas as cultivares, foi realizado no dia 11/04/2016. Já para as mudas importadas, o transplante ocorreu, tão logo que foram disponibilizadas, em 20/05/2016, para a cultivar “Camarosa” e no dia 30/06/2016, para cultivar “Aromas”.

Anteriormente ao transplante, realizou-se uma padronização no tamanho das mudas, estabelecendo-se médias de diâmetro de coroa de 0,9cm para a cultivar “Aromas” e 1,7cm, para a cultivar “Camarosa”.

Com a finalidade de dar sequência ao experimento, no início do segundo ciclo de cultivo (2017/2018), em 18/03/2017, foi realizada uma poda drástica nas plantas, eliminando-se todas as folhas logo acima da coroa, conforme descrito por Marques & Peil (2016).

As colheitas foram realizadas sempre que os frutos apresentavam $\frac{3}{4}$ da superfície de coloração vermelha, quando foram contados e classificados em comerciais e não comerciais (com tamanho ≤ 5 g e/ou frutos deformados).

As colheitas tiveram início em agosto de 2016, para o primeiro ciclo e em junho de 2017 para o segundo ciclo.

O primeiro ciclo de cultivo foi finalizado em 13/03/2017 (336 dias após o transplante para mudas nacionais de ambas as cultivares e 256 dias após o transplante para mudas importadas da cultivar “Aromas” e 297 dias para mudas importadas da cultivar “Camarosa”) e o segundo ciclo, foi finalizado em 13/03/2018 (360 dias após a poda das plantas, para ambas as cultivares e tipos de mudas). Os ciclos foram finalizados quando houve redução da produção e a emissão elevada de estolões pelas plantas.

As variáveis produtivas avaliadas, desde o início até o final da fase reprodutiva, foram: produção de frutos comerciais (PFC) e número de frutos comerciais por planta (NFPC), percentagem de frutos não comerciais (PFNC) e massa média de frutos comerciais (MMF). A variável de qualidade avaliada foi o teor de sólidos solúveis (SS), através de refratômetro portátil, a cada 15 dias, durante as colheitas, utilizando-se dois frutos por repetição.

Para fins de avaliação da distribuição da colheita ao longo dos ciclos produtivos, a variável PFC foi avaliada em oito períodos, durante o primeiro ciclo reprodutivo, de agosto de 2016 (definido como o período de início das colheitas) a março de 2017 (definido como o período de fim das colheitas) e em 10 períodos, durante o segundo ciclo, de 06/2017 a 03/2018.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, usando o software estatístico Statistix® (versão 9.0).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos resultados referentes às variáveis avaliadas no primeiro ciclo de cultivo, 2016/2017, indicou que para NFCP, PFC e SS (Tabela 1) não houve interação entre os fatores cultivar e tipo de muda. A interação entre os dois fatores foi significativa para as variáveis PFNC e MMF (Tabela 1). Com respeito ao segundo ciclo de cultivo, 2017/2018, apenas para a variável SS não houve interação entre os fatores. A interação entre os dois fatores foi significativa para todas as demais variáveis (PFNC, MMF, PFC e NFCP; Tabela 2).

No que se refere aos aspectos produtivos das plantas, observa-se apenas no segundo ciclo (Tabela 2) diferenças significativas relacionadas ao fator tipo de muda, com superioridade de produção, para mudas importadas de raiz nua da cultivar “Aromas” (808,90g planta⁻¹) e para mudas com torrão sem tratamento produzidas nas condições locais da cultivar “Camarosa” (750,90g planta⁻¹) (Tabela 2).

A indução floral artificial não resultou em respostas produtivas superiores quando comparadas às respostas obtidas com as mudas que não sofreram nenhum tipo de tratamento de indução, indo em desacordo ao citado por Serçe & Hancock (2005), Gonçalves et al. (2016) e Cocco et al. (2011).

Esta ausência de superioridade nos resultados deste parâmetro pode levar a crer na hipótese de existência de variabilidade genética entre os materiais utilizados por Serçe & Hancock (2005) (metodologia utilizada para esta pesquisa) em seus estudos de indução e os utilizados neste trabalho, variando, desta forma, os parâmetros de indução entre os experimentos.

Neste trabalho, a semelhança dos resultados entre mudas que sofreram indução floral e a mudas que não passaram por este processo, podem estarem relacionadas as condições ambientais de cultivo no campo, principalmente temperatura, que não permitiram uma expressão completa do potencial genético de cada cultivar em cada tratamento, resultando em uniformidade das respostas produtivas. As mudas cuja sofreram indução flora, ficaram 26 dias

sob condições controladas de temperatura e fotoperíodo, 14°C e 11h de luz, respectivamente, no período entre as datas de 16/03/2016 a 11/04/2016. Neste mesmo tempo, as mudas sem indução floral, permaneciam no campo sob condições climáticas naturais, com temperatura média de 20°C, apenas 6°C, acima da temperatura utilizada para tratamento das mudas com indução floral. Em acordo com essa afirmação, Diaz (1996), constatou que temperaturas abaixo ou igual a 20 ° C, durante o crescimento do morangueiro, estimularam a floração.

Outra hipótese, que pode estar relacionada a uniformidade destes resultados, são as temperaturas noturnas, reinantes no campo, em que as mudas sem tratamento atravessaram. Segundo Antunes et al. (2016), em comparação com locais com temperaturas mais altas, as mudas de raízes nuas produzidas em locais com temperaturas noturnas mais baixas, igual ou menores que 7°C, apresentam indução de floral e um início de produção mais precoce, devido haver um favorecimento de acúmulo de carboidratos de reserva nas coroas e raízes.

TABELA 1. Efeito da cultivar e do tipo de muda de morangueiro sobre a produção de frutos comerciais (PFC), número de frutos comerciais por planta (NFCP), percentagem de frutos não comerciais (PFNC), massa média de frutos comerciais (MMF) e qualitativa, teor de sólidos solúveis (SS), em sistema com recirculação da solução nutritiva, no primeiro ciclo produtivo 2016/2017.

Fator	NFCP	PFC (g planta⁻¹)	SS (°Brix)
Cultivar			
Aromas	36,67B****	441,99B	7,00B
Camarosa	43,58A	497,89A	9,31A
Muda			
Nacional* (sem tratamento)	42,25 ^{ns}	488,74 ^{ns}	8,26AB
Nacional** (induzida)	40,87	464,46	8,82A
Importada***	37,25	456,63	7,37B
Média	40,12	469,94	8,15
CV (%)	10,37	12,47	11,98

Interações			
Fator	Muda		
	Nacional (sem tratamento)	Nacional (induzida)	Importada (raiz nua)
Cultivar	MMF (g fruto ⁻¹)		
Aromas	11,70Bba	11,42Ba	13,05Aa
Camarosa	11,50Ba	11,37Ba	11,45Bb
Média	11,75		
CV(%)	5,05		
	PFNC (%)		
Aromas	17,10Aa	15,00Aa	8,00Bb
Camarosa	14,30Ab	13,20Ab	10,74Ba
Média	13,06		

*Mudas com torrão, produzidas nas condições locais, sem nenhum tipo de tratamento de luz ou temperatura. **Mudas com torrão, produzidas nas condições locais, com tratamento de indução floral artificial. ***Mudas de raiz nua importadas do Chile. ****Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância; ^{ns} diferença não significativa pelo teste Tukey (p>0.05); CV = coeficiente de variação.

TABELA 2. Efeito da cultivar e do tipo de muda de morangueiro sobre a produção de frutos comerciais (PFC), número de frutos comerciais por planta (NFCP), percentagem de frutos não comerciais (PFNC), massa média de frutos comerciais (MMF) e qualitativa, teor de sólidos solúveis (SS), em sistema com recirculação da solução nutritiva, no segundo ciclo produtivo 2017/2018.

Fator	Sólidos solúveis (°Brix)
Cultivar	
Aromas	7,39A****
Camarosa	6,92B
Muda	
Nacional*	7,15 ^{ns}
Nacional**	6,85
Importada***	7,47
Média	7,16
CV (%)	7,20
Interações	
Fator	Muda

	Nacional (sem tratamento)	Nacional (induzida)	Importada
Cultivar	Nº de frutos comerciais/ planta		
Aromas	56,00Bb	59,25Ba	71,25Aa
Camarosa	69,00Aa	57,50Ba	63,00ABb
Média		62,67	
CV (%)		10,17	
Massa média do fruto (g fruto⁻¹)			
Aromas	10,17Bb	10,20Bb	11,30Aa
Camarosa	10,80Aa	10,70Aa	10,87Ab
Média		10,67	
CV (%)		3,45	
Produção de frutos comerciais (g planta⁻¹)			
Aromas	572,50Bb	603,93Ba	808,90Aa
Camarosa	750,90Aa	608,10Ca	688,33Bb
Média		672,11	
CV (%)		12,06	
Produção de frutos não comerciais (%)			
Aromas	30,00Aa	26,80Ba	11,60Ca
Camarosa	18,1Ab	15,4Bb	11,70Ca
Média		18,90	

*Mudas com torrão, produzidas nas condições locais, sem nenhum tipo de tratamento de luz ou temperatura. **Mudas com torrão, produzidas nas condições locais, com tratamento de indução floral artificial. ***Mudas de raiz nua importadas do Chile. ****Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância; ^{ns} diferença não significativa pelo teste Tukey ($p>0.05$); CV = coeficiente de variação.

A PFNC seguiu o mesmo comportamento nos dois ciclos de cultivo (Tabelas 1 e 2), independente do tratamento que a muda recebeu, os maiores valores foram observados nas mudas nacionais (Tabela 1 e 2). Comportamento semelhante foi observado por Webler (2019), em mudas nacionais da cultivar Albion, em sistema de cultivo sem solo. Segundo Watthier et al. (2011), a fração de frutos não comerciais ocorre geralmente por condições climáticas adversas, que causam problemas fitossanitários, ou mesmo por desbalanços nutricionais, quando estes não atingem o peso mínimo de 6,0 gramas. Contudo, este fato não se confirma neste ensaio, pois como as plantas estavam sob mesmas condições de cultivo, acredita-se que não tenha sido estas as consequências que explicariam diferença na superioridade dos

resultados das mudas nacionais, se supondo, portando, variações na amostragem que promoveram esta alteração.

A comparação entre as médias obtidas nos dois ciclos mostra claramente que, no segundo ciclo de cultivo, os parâmetros produtivos NFCP e PFC (Tabelas 1 e 2) elevaram-se em média 36% e 30%, respectivamente, passando de 40,12 a 62,67 frutos por planta e de 469,94g a 672,11g por planta (Tabela 2). Já para a MMF, esta diminui cerca 9,2%, com valores de 11,75g fruto⁻¹ para 10,67g fruto⁻¹.

O NFCP, no primeiro ciclo (Tabela 1), não apresentou diferenças significativas, diferentemente no segundo ciclo (Tabela 2), apresentando maiores valores na cultivar “Aromas” com muda importada (71,25 frutos por planta) e para a cultivar “Camarosa” tanto na muda nacional com torrão sem tratamento (69,00 frutos por planta). Concomitantemente, esta superioridade nos valores de NFCP, na cultivar “Aromas”, está relacionada a sua maior PFC de 808,90g planta⁻¹, e menor PFNC (11,60%) (Tabela 2). Corroborando com os resultados das cultivares “Aromas” e “Camarosa”, outros autores encontraram valores equivalente em diferentes anos e condições climáticas, na região de Pelotas, indicando uma estabilidade no comportamento deste parâmetro para estas cultivares: 47,3 e 66,3 frutos por planta (Becker 2017); 59,3 e 58,2 frutos por planta (Cocco et al. 2015) e 55,4 e 61,3 frutos por planta (Gonçalves et al. 2015), respectivamente.

Antunes & Reisser Junior (2019), indicam que a renovação do estande de plantas deve ser realizada com o plantio de novas mudas anualmente ou a cada dois ciclos, ressaltando que plantas de segundo ano podem apresentar comportamento produtivo reduzido com perda de qualidade dos frutos quando comparadas com plantas de primeiro ano, o que não foi observado neste estudo. Outro fato importante a salientar é que o período de cultivo e reprodutivo no segundo ciclo foi superior ao primeiro ciclo (24 dias a mais), como resultado, houve um aumento dos valores de produção encontrados.

No primeiro ciclo, independente do tipo de muda, os frutos da cultivar “Camarosa” apresentaram maiores valores de SS (9,31) em comparação com os frutos da cultivar “Aromas” (7,00) (Tabela 1). Todavia, no segundo ciclo, essa diferença significativa inverteu-se, apresentado maiores valores de SS (Tabela 2) para a cultivar “Aromas” (7,39) em comparação com a cultivar “Camarosa” (6,92).

Em cultivo sem solo, vários trabalhos reportam resultados divergentes no que diz respeito ao teor de SS, podendo variar em função das condições climáticas, dos sistemas de cultivo, dos substratos, da maturação dos frutos, da concentração e composição da solução nutritiva e, obviamente, da cultivar analisada (Pineli et al., 2011; Samykanno et al., 2013; Adak & Gubbuk, 2015; Passos et al., 2015; e Webler, 2019).

Desta maneira, se pressupõe que ao se utilizar a mesma solução nutritiva e substrato, as razões para o comportamento inverso das cultivares em relação a este parâmetro, em função do ciclo de cultivo, estariam relacionadas à variação no número e época de avaliações dos SS e parâmetros relacionados ao ponto de maturação dos frutos.

Adicionalmente, os valores de SS foram menores para ambas as cultivares no ciclo 2017/18, o que pode ser atribuído a distintas condições climáticas no transcorrer dos dois ciclos de cultivo, assim como, a variações quanto ao número e épocas de avaliação. No segundo ciclo, as colheitas iniciaram no mês de junho de 2017 (Figura 1), dois meses antes do que ocorreu no primeiro ciclo (agosto de 2016). Os meses de junho e julho correspondem às mais baixas temperaturas (Figura 2B) e disponibilidade de radiação solar no ano. Considerando que os principais componentes dos SS (açúcares e ácidos orgânicos) são produtos dependentes da taxa fotossintética (Taiz & Zaiger, 2016) sendo diretamente afetada pela radiação solar e condicionada pela temperatura, se supõe que os frutos colhidos nos dois primeiros meses do ciclo 2017/18, possivelmente, apresentavam-se com menor concentração de SS, o que levou à redução da média geral dos resultados deste parâmetro para o segundo ciclo.



FIGURA 1. Distribuição da produção de frutos comerciais da cultivar (A) “Aromas” e (B) “Camarosa”, nos dois ciclos de cultivo, 2016/2017 e 2017/2018, em função do tipo de muda empregada no cultivo do morangueiro em substrato com recirculação da solução nutritiva.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre os tratamentos e minúscula entre os meses de colheita, separadamente em cada ciclo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *CEASA (POA): Central Estadual de Abastecimento – Porto Alegre – Rio Grande do Sul.

De maneira geral, no primeiro ciclo, para ambas as cultivares, se observa que, nos meses de agosto e setembro de 2016, houve ganho na produção precoce de ambos os tipos de mudas nacionais sobre as mudas importadas o que se refletiria em maior retorno econômico ao produtor (Figura 1). No segundo ciclo, este comportamento não foi evidenciado, supondo-se, portanto, que o efeito na precocidade de produção, observado no primeiro ciclo, possivelmente está relacionado com a época de transplante.

Para o mês de agosto de 2016 as produções para a cultivar “Aromas” foram de 48,9; 63,9 e 0g planta⁻¹, e para a cultivar “Camarosa, 69,7; 91,2 e 18,8g planta⁻¹, respectivamente, para as mudas, nacionais sem tratamento, nacionais induzidas e mudas importadas e para o mês de setembro de 2016, as produções para a cultivar “Aromas” foram de 112,5; 76,2; e 20,2g planta⁻¹, e para a cultivar “Camarosa, 137,8; 91,7 e 24,9g planta⁻¹, respectivamente, para as mudas, nacionais sem tratamento, nacionais induzidas e mudas importadas. Em concordância com este comportamento, Oliveira e Scivittaro (2011) obtiveram, para o mesmo período (agosto e setembro), em cultivo no solo, com mudas importadas de raiz nua, média de 53,6g por planta para cultivar “Aromas” e 108,4g por planta para a cultivar Camarosa, enquanto Gonçalves et al. 2016, utilizando mudas nacionais com torrão, obtiveram média de 128,6g por planta para a cultivar “Camarosa”.

Contudo, outro fator que influenciou na precocidade de mudas nacionais foi a característica de serem mudas de torrão, o que evita o estresse que as mudas importadas passam desde sua retirada do viveiro até o início do seu florescimento. As mudas importadas estavam em condições de dormência, mantidas apenas por reservas energéticas, sendo transplantadas

apenas com raiz e caule. Para que começassem a florescer, anteriormente, necessitaram emitir raízes secundárias, absorver nutrientes, emitir folhas e, posteriormente, flores. Este processo ocorreu dentro de um período em que as condições ambientais não são favoráveis ao crescimento, devido à redução de temperatura (Figura 2A) e baixa radiação solar. Este mesmo processo não ocorreu para as mudas nacionais, pois já estavam enraizadas e em pleno crescimento e formação do aparato fotossintético no momento do transplante, o qual ocorreu em março, ainda numa época de condições de temperaturas mais elevadas e favoráveis ao crescimento.

Vários trabalhos reportam comportamento semelhante no que diz respeito à antecipação no transplante de mudas de morangueiro e a consequente precocidade obtida na colheita, podendo variar em função das condições ambientais, dos sistemas de cultivo, dos substratos e das cultivares empregadas (Ruan et al. 2011, Rosa et al. 2013, Cocco et al. 2015, Gonçalves et al. 2016, Marques 2016, Becker 2017 e Webler 2019).

Para regiões como Pelotas, de clima ameno, a recomendação de transplante das mudas compreende os meses entre março e abril, uma vez que, a partir de maio, sucedem-se temperaturas na faixa de 13-26°C, que são favoráveis a floração e frutificação (Passos et al. 2015). Desta maneira as mudas nacionais são uma excelente opção para o plantio na época indicada, com reflexos em ganhos na precocidade de produção no primeiro ano de cultivo, fator importantíssimo para o cultivo desta espécie na cidade de Pelotas, o que não ocorre com as mudas importadas devido ao seu atraso na entrega aos produtores.

Para a cultivar “Camarosa” no segundo ciclo de cultivo, houve um pico produtivo, em agosto, sendo o mês de maior produção para todas as mudas, representando 37,9%; 30,1% e 39,7% da produção para mudas nacionais sem tratamento de indução, mudas nacionais induzidas e mudas de raiz nua importadas, respectivamente, o que demonstra que as plantas foram expostas a condições climáticas indutivas adequadas (dias curtos e temperaturas baixas)

nos meses anteriores (Figura 2B), mesmo nas condições de cultivo de baixa altitude da região de Pelotas (Figura 2 B).

Os meses de fevereiro e março de 2017 e 2018 marcaram o final do ciclo produtivo de ambas as cultivares, perceptível pela acentuada queda na produção (Figura 1). Isto ocorre, sendo as cultivares de dias curtos mais afetadas, devido às condições de fotoperíodo elevado (superior a 12-14h) e temperaturas acima dos 28°C do verão, nas quais o crescimento vegetativo é estimulado, com emissão de um número elevado de estolões, com efeito prejudicial adicional na emissão de inflorescências, até a inibição completa da floração no verão (Figuras 2 A e B).

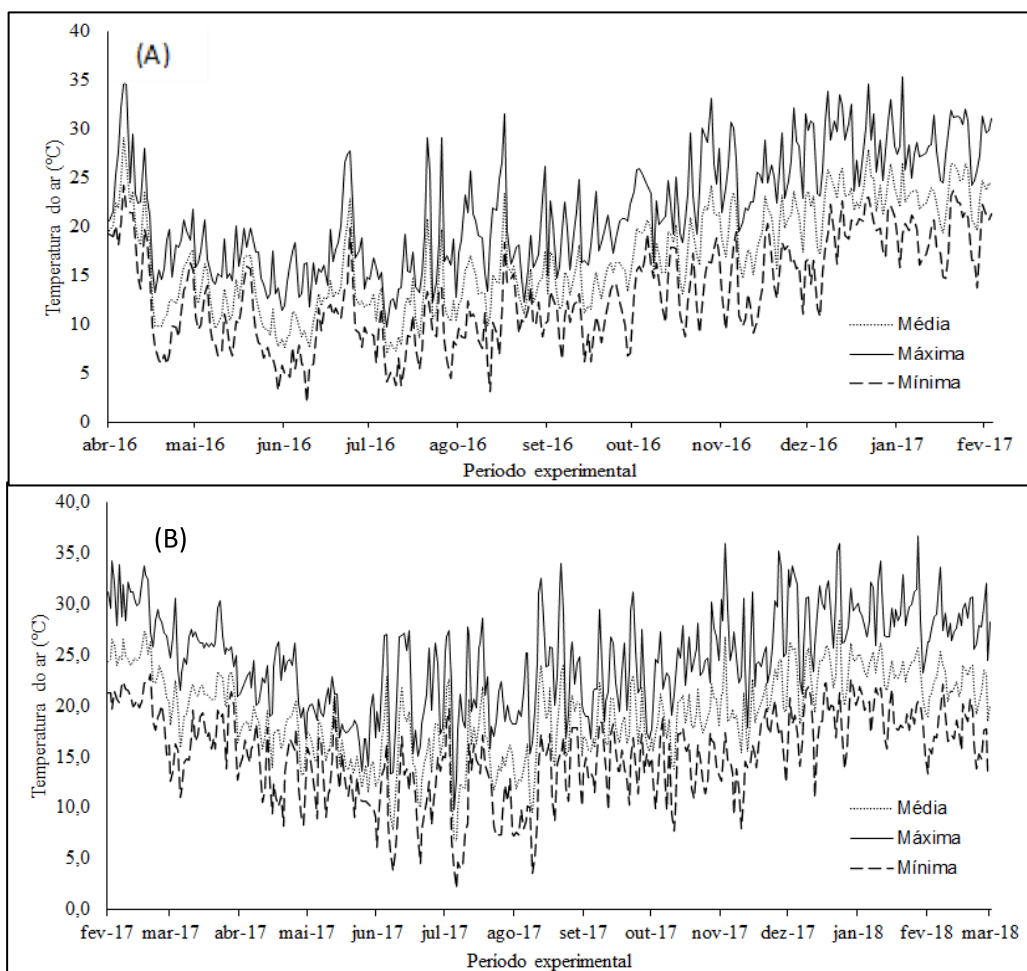


FIGURA 2. Evolução da temperatura média, máxima e mínima diária do ar (°C) registradas na Estação Agrometeorológica de Pelotas (convênio UFPel/Embrapa), localizada a uma distância de aproximadamente 1000m do local do experimento: (A) período experimental 2016/2017 e (B) período experimental 2017/2018.

CONCLUSÕES

Conclui-se que, para as circunstâncias em que o experimento foi realizado, mudas produzidas nas condições locais e com indução floral artificial não melhoram as respostas produtivas das plantas das cultivares “Camarosa” e “Aromas”; no primeiro ano de cultivo, apresentam comportamento produtivo semelhante ao de mudas locais sem tratamento de indução e ao de mudas importadas; no segundo ano de cultivo, podem, inclusive apresentar respostas inferiores; mudas nacionais sem tratamento de indução da cultivar “Camarosa” propiciam produção de frutos comerciais superior à das mudas importadas em segundo ano de cultivo; para a cultivar “Aromas”, as mudas importadas promovem maior produção de frutos no segundo ano de cultivo; independente da cultivar, o cultivo de mudas produzidas nas condições locais com torrão permite antecipar o transplante, com ganhos na produção precoce, tornando-se uma alternativa frente à mudas importadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e ao CNPq, pelo auxílio financeiro e pela bolsa de doutorado (Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior – PDSE 88881.135186/2016 01) e de Produtividade em Pesquisa e à UFPel, pelo apoio institucional.

REFERÊNCIAS

- ADAK, N.; GUBBUK, H. *Effect of planting systems and growing media on earliness, yield 507 and quality of strawberry cultivation under soilless culture*. Notulae Botanicae Horti 508 Agrobotanici, Cluj-Napoca, v. 43, n. 1, p. 204-209, 2015.
- ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C. *Recomendação da utilização do sistema de 509 produção fora de solo para morangueiro*. Circular técnica – EMBRAPA. Pelotas, RS. ISSSN 510 1516-8832. 12p. 2019.
- ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. (Ed.). *Morangueiro*. 511 Brasília, DF: Embrapa; Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 589 p. 2016.

- 383 BECKER, TAIS BARBOSA. *Produção de mudas de morangueiro fora do solo sob diferentes*
 384 *concentrações de nitrogênio nas matrizes e datas de plantio das mudas na região sul do RS.*
 385 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
 386 Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS. 2017.
- 387 BRADFORD, E.; HANCOCK, J. F.; WARNER, R. M. *Interactions of temperature and*
 388 *photoperiod determine expression of repeat flowering in strawberry.* Journal of the American
 389 Society for Horticultural Science, v. 135, n. 2, p. 102-107, 2010.
- 390 COCCO. et al. *Crown size and transplant type on the strawberry yield.* Scientia Agriculturae,
 391 v. 68, n. 4, p. 489-493, 2011.
- 392 COCCO, C., GONÇALVES, M. A., PICOLOTTO, L., FERREIRA, L. V., & ANTUNES, L.
 393 E. C. *Crescimento, desenvolvimento e produção de morangueiro a partir de mudas com*
 394 *diferentes volumes de torrão.* Revista Brasileira Fruticultura, v. 37, n. 4, p. 961-969, 2015.
- 395 CARACCIOLO, A. G., MONCADA, C. PRINZIVALLI, F. D'ANNA. *Effects of Planting*
 396 *Dates on Strawberry Plug Plant Performance in Sicily.* Acta Horticulturae, v. 842, p. 155-158,
 397 2009.
- 398 DIAZ V.V. Cultivo de la Frutilla. Campinas: [s.n.], 1996.
- 399 DURNER, E.F. AND POLING, E.B. *Comparison of three methods for determining the floral*
 400 *or vegetative status of strawberry plants.* Journal of the American Society for Horticultural
 401 Sciencev 110, p. 808-811, 1985.
- 402 GONÇALVES, M. A. *Produção de mudas de morangueiro e comportamento a campo.* Tese
 403 (Doutorado em Fruticultura de Clima Temperado) –Faculdade de Agronomia, Universidade
 404 Federal de Pelotas, Pelotas, 153p., 2015.
- 405 GONÇALVES, M.A., C. COCCO, G. K. VIGNOLO, L. PICOLOTTO AND L. E. C.
 406 ANTUNES. *Comportamento produtivo de cultivares de morangueiro estabelecidos a partir de*
 407 *mudas com Torrão.* Rev. Eletrônica Científica UERGS. V.2: p.277-283, 2016.

- 408 MARQUES, GABRIEL NACHTIGALL. *Substrato, combinação de cultivares e mudas de*
 409 *morangueiro produzidas em cultivo sem solo*. 2016. 150f. Tese (Doutorado) - Programa de
 410 Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas,
 411 Pelotas-RS. 2016
- 412 OLIVEIRA R. P.; SCIVITTARO, W. B. *Desenvolvimento produtivo de cultivares de moran-*
 413 *gueiro*. Scientia Agraria, v.12, p.069-074, 2011.
- 414 PASSOS, F. A., TRANI, P. E.; CARVALHO, C. R. L. *Desempenho agrônomo de genótipos*
 415 *de morangueiro*. Horticultura Brasileira, v. 33 n. 2, p. 267-271, 2015.
- 416 PINELI, L. L. O., MORETTI C. L., SANTOS M. S., CAMPOS A. B., BRASILEIRO A. V.,
 417 CORDOVA A.C., CHIARELLO M.D. *Antioxidants and other chemical and physical*
 418 *characteristics of two strawberry cultivars at different ripeness stages*. Journal of Food
 419 Composition and Analysis, v.24, p.11-16, 2011.
- 420 RAMPAZZO, ELCIO FÉLIZ et al. Cultivo de morangueiro em substrato. In: MARQUES,
 421 GABRIEL N.; PEIL, ROBERTA MARINS N. *Ecofisiologia de cultivares de Morangueiro*.
 422 Curitiba: SENAR-PRE, p. 35-43, 2016.
- 423 REISSER JÚNIOR, C; ANTUNES, LEC; ALDRIGHI, M; VIGNOLO, G. *Panorama do*
 424 *cultivo de morangos no Brasil. Campo e Negócios: Hortifruti*, p. 57-59, 2014.
- 425 ROSA, H. T.; STRECK, N. A.; WALTER, L. C.; ANDRIOLO, J. L.; SILVA, M. R. DA.
 426 *Crescimento vegetativo e produtivo de duas cultivares de morango sob épocas de plantio em*
 427 *ambiente subtropical*. Revista Ciência Agronômica, v.44, p.604-613, 2013.
- 428 RUAN, J.; YEOUNG, Y. R.; LARSON, K. D. *Influence of cultivar, planting date, and planting*
 429 *material on yield of day-neutral strawberry cultivars in highland areas of Korea* Horticulture,
 430 environment, and biotechnology, Korea, v. 52, n. 6, p. 567-575, 2011.

- 431 SAMYKANNO, K.; PANG, E.; MARRIOTT, P.J. *Genotypic and environmental effects on*
 432 *flavor atributes of 'Albion' and 'Juliette' strawberry fruits*. Scientia Horticulturae, v.164, p.
 433 633–642. 2013.
- 434 SANTOS, A. M. Cultivares. In: SANTOS, A.M. & MEDEIROS, A.R.M (ed.). *Morango*
 435 *Produção*. Brasília. Embrapa informação tecnológica. p. 24-30, 2003.
- 436 SERÇE, S.; HANCOCK, J. F. *The temperature and photoperiod regulation of flowering and*
 437 *runnering in the strawberries, Fragaria chiloensis, F. virginiana, and F. x ananassa*. Scientia
 438 Horticulturae, v. 103, p.167–177, 2005.
- 439 SONNEVELD, C.; STRAVER, N. *Nutrient solution for vegetables and flowers grown in water*
 440 *or substrates*. 10th ed. The Netherlands, proefstation voor Turnbow order Glass the Naaldwijk.
 441 (Series: Voedingsoplossingen Glastuinbouw, n8). 45p., 1994.
- 442 STEWART, P. J.; FOLTA, K. M. *A review of photoperiodic flowering research in strawberry*
 443 *(Fragaria spp.)*. Plant Sciences, v. 29, n. 1, p. 1-13, 2010.
- 444 TAIZ, LINCOLN; ZEIGER, EDUARDO. *Fisiologia Vegetal*. 6 Ed: Artmed. 888p. 2016
- 445 TAYLOR, D. R. *The Physiology of Flowering in Strawberry*. Acta Horticulture, v .567, p. 245-
 446 251, 2002.
- 447 VERDIAL, M. F.; NETO, J. T.; MINAMI, K.; FILHO, J. A. S.; CHRISTOFFOLETI, P. J.;
 448 SCARPARE, F. V.; KLUGE, R. A. *Fisiologia de mudas de morangueiro produzidas em*
 449 *sistema convencional e em vasos suspensos*. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 31, n. 2, p.
 450 524-531, 2009.
- 451 VERHEUL, M. J.; SONSTEBY, A.; GRIMSTAD, S. O. *Interactions of photoperiod,*
 452 *temperature, duration of short-day treatment and plant age on flowering of Fragaria x*
 453 *ananassa Duch. Cv. Korona*. Scientia Horticulturae, v. 107, p. 164-170, 2006.

- 454 WATTHIER, M., SILVA, D. R., SCHWENGBER, J. E., MORAES, R. T., ZANATA, T., &
455 PEREIRA. *Produção de morangueiro a partir de mudas de origem Argentina em sistema de*
456 *produção de base ecológica*. Caderno de Agroecologia, 6(2). 2011.
- 457 WEBLER, ANDERSON RAFAEL. *Partição de massa seca, produção e qualidade de*
458 *morango em função do sistema de fertirrigação e da origem das mudas*. 2019. 65 f. Dissertação
459 (Mestrado em Agronomia – Agricultura e Ambiente) - Faculdade de Agronomia, Universidade
460 Federal de Santa Maria, Campus Frederico Westphalen, RS, Brasil, 2019.
- 461 WATTHIER, M. et al. *Produção de morangueiro a partir de mudas de origem Argentina em*
462 *sistema de produção orgânica*. VII Congresso Brasileiro de Agroecologia. Fortaleza – CE 2011

Conclusões gerais

Considerando as características produtivas e do ponto de vista prático, conclui-se que, para as circunstâncias em que os experimentos foram realizados, pode-se concluir que:

- A reutilização do substrato de casca de arroz carbonizada em cultivo subsequente tende a melhorar as respostas produtivas da cultura;
- Mudanças produzidas nas condições locais (experimento 1) apresentam produção de frutos inferior à das mudas importadas, 528,93 e 567,06g planta⁻¹, respectivamente, no primeiro ciclo, e de 813,50 e 1031,60g planta⁻¹, respectivamente, no segundo ciclo, todavia, antecipam o período de colheita, podendo ser uma alternativa frente às mudas importadas na obtenção de colheitas precoces;
- O arranjo de plantas dentro da linha de cultivo não altera as respostas produtivas da cultura;
- Mudanças produzidas nas condições locais e com indução floral artificial não melhoram as respostas produtivas das plantas das cultivares “Camarosa” e “Aromas”;
- No primeiro ano de cultivo, as mudas induzidas das cultivares “Camarosa” e “Aromas”, apresentam comportamento produtivo semelhante ao de mudas locais sem tratamento de indução e ao de mudas importadas. No segundo ano de cultivo, podem inclusive apresentar respostas inferiores;
- Mudanças nacionais sem tratamento de indução da cultivar “Camarosa” propiciam produção de frutos comerciais superior à das mudas importadas em segundo ano de cultivo;

- Para a cultivar “Aromas”, as mudas importadas promovem maior produção de frutos no segundo ano de cultivo;
- Independente da cultivar, o cultivo de mudas produzidas nas condições locais com torrão permite antecipar o transplante, com ganhos na produção precoce, tornando-se uma alternativa frente à mudas importadas.

Referências

- ADAMS, P. Nutrient- Film Culture. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, Netherlands, n. 4, p. 471-478, 1981.
- ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C. Fragole, i produttori brasiliani mirano all'esportazione in Europa. **Rivista di Frutticoltura**, Bologna, v.69, n.5, p.60-65, 2007.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**, AOAC Official Method 967.21, Chapter 45, p.16, 1995
- BORTOLOZZO, A.R.; SANHUEZA, R.M.V.; BOTTON, M.; MELO, G.W.B. de; KOVALESKI, A.; BERNARDI, J.; HOFFMANN, A.; VARGAS, L.; CALEGARIO, F.F.; FERLA, N.J.; PINENT, S.M.J. Produção de morangos no sistema semi-hidropônico. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho (**Circular Técnica**, 62), 2005, 23 p.
- BRACCINI, M. C. L.; BRACCINI, A. L. E.; MARTINEZ, H. E. P. Critérios para renovação ou manutenção de solução nutritiva em cultivo hidropônico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 20, n. 1, p. 48-58, 1999
- BRES',W. Estimation of nutrient losses from open fertigation systems to soil during horticultural plant cultivation. **Polish Journal of Environmental Studies**, Olsztyn, v. 18, n. 3, p. 341-345, 2009.
- CARRIJO, O.A.; VIDAL, M.C.; REIS, N.V.B.; SOUZA, R.B.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, 22: 05-09. 2004.
- CONTI, J.H.; MINAMI, K.; TAVARES, F.C.A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, 20: 1, 10-17. 2002.
- 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**, 26: 348-353. 2008.
- FAGHERAZZI, A.F. COCCO, C.; ANTUNES, L.E.C.; SOUZA, J.A.; RUFATO, L. La fragolicoltura brasiliana guarda avanti. Frutticoltura (Bologna). **Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura**, v. 75, p. 20-24, 2014.
- FERMINO, M. H.; BELLÉ, S. Substratos hortícolas. In: Plantas Ornamentais: aspectos da produção. Passo Fundo: **EDIUPE**, 2000. P. 29-40.
- FERMINO, M.H. Substratos. Composição, caracterização e métodos de análise. **Guaíba: Agrolivros**. 2014. 112 p.

GIMENEZ, G.; ANDRIOLO, J.L.; GODOI, R. Cultivo sem solo do morangueiro. **Ciência Rural**, 38: 273-279. 2008.

GODOI, R. S.; ANDRIOLO, J. L.; FRANQUÉZ, G. G.; JÄNISCH, D. I.; CARDOSO, F. L.; VAZ, M. A. B. Produção e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo com emprego de substratos. **Ciência Rural**, v.39, p.684-690, 2009.

GOMES, K.B.P.; OLIVEIRA, G.H.H.; CARVALHO, J.P.; CAVALCANTE, D.F.S.; VILLAREAL, M.R. Diagnóstico da cadeia produtiva do morango dos agricultores familiares do Distrito Federal. **Revista Eixo**, v. 2, n. 2, p. 9-14, 2013.

GONÇALVES, M.A. Produção de mudas de morangueiro fora de solo. 2015. 154f. **Tese (Doutorado)** - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

KÄMPF, A. N. Produção comercial de plantas ornamentais. **Guaíba: Agropecuária**, 2000. 254p.

LIETEN, F. et al. Recent situation of strawberry substrate culture in Europe. **Acta Horticulturae**, Leuven, Belgium, v.649, p.193-196, 2004.

MEDEIROS C.A.B; STRASSBURGER A.S; ANTUNES L.E.C. Avaliação de substratos constituídos de casca de arroz no cultivo sem solo do morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, S4827-S4831, 2008.

MEDEIROS, C.A.B.; Carbonização de casca de arroz para utilização em substratos destinados à produção de mudas. **Pelotas: EMBRAPA/CPACP**, 1998. 4 p. **(Comunicado técnico n.8)**

MEDINA, A.L.; HAAS, L.I.R.; CHAVES, F.C.; SALVADOR, M.; ZAMBIASI, R. C.; SILVA, W.P. da; NORA, L.; ROMBALDI, C.V. Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) fruit extracts with antioxidant and microbiol activities and antiproliferative effect on human cancer cells. **Food Chemistry**, v.128, n.4, p.916-922. 2011.

MINAMI, K. Produção de mudas de alta qualidade em horticultura. **São Paulo: T.A.Queiroz**. 1995. 128p.

OLIVEIRA, ROBERTO P DE; SCIVITTARO, WALKYRIA B. Produção de frutos de morango em função de diferentes períodos de vernalização das mudas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 91-95, 2009.

PAGOT, E. Diagnóstico da produção e comercialização de pequenas frutas. In: HOFFMANN, A. (Ed.). **Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas**, 2., 2004, Vacaria. Anais... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p.9-18, 2004. (Embrapa Uva e Vinho. Documento, 44)

PEIL, R. M. N.; ALBUQUERQUE N. A. A. R. de; ROMBALDI, C. V, Densidade de plantio e genótipos de tomateiro cereja em sistema fechado de cultivo em substrato. **Horticultura Brasileira** (Impresso), v. 32, p. 234-240, 2014.

PORTELA, I.P.; PEIL, R.M.N.; RODRIGUES, S. Cultivares de morangueiro de “*dia curto*” e de “*dia neutro*” em substrato de casca de arroz com solução nutritiva recirculante. **Fruticultura Brasileira** (no prelo).

RADIN, B.; LISBOA, B.B.; WITTER, S.; BARNI, V.; REISSER JUNIOR, C.; MATZENAUER, R.; FERMINO, M.H. Desempenho de quatro cultivares de morangueiro em duas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 287-291, 2011.

ROESSLER, L. F. *et al.* Planejamento e execução de um carbonizador de casca de arroz, com base no reuso de resíduo do processo de beneficiamento de arroz. Disponível em: <www.ufpel.edu.br/cic/2006/arquivos/EN00102.rtf> Acesso em: abril. 2013.

ROSA, D. S. B. da. Número de hastes para o cultivo do tomateiro grape em substrato de casca de arroz e sistema fechado. 2015. 126f. **Dissertação (Mestrado)** - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

SANTOS, A. M. Cultivares. In: SANTOS, A.M. & MEDEIROS, A.R.M (ed.). Morango Produção. Brasília. **Embrapa informação tecnológica**. P. 24-30, 2003.

SERÇE, S.; HANCOCK, J.F. The temperature and photoperiod regulation of flowering and runnering in the strawberries, *Fragaria chiloensis*, *F. virginiana*, and *F. x ananassa*. **Scientia Horticulturae**, v. 103, p.167–177, 2005.

SONNEVELD C; STRAVER N. 1994. Nutrient solution for vegetables and flowers grown in water or substrates. 10th ed. **The Netherlands, proefstation voor Tuinbouw onder Glas Te Naaldwijk**. 45p. (Series: Voedingsoplossingen Glastuinbouw, n8).

STRASSBURGER, A. S.; PEIL, R. M. N.; FONSECA, L. A.; AUMONDE, T. Z.; MAUCH, C. R. Dinâmica de crescimento da abobrinha italiana em duas estações de cultivo. **Acta Scientiarum**, v.33, n.2, p.283-289, 2011.

WREGE, M. S.; REISSER JUNIOR, C.; ANTUNES, L. E. C; OLIVEIRA, R. P. de; STEINMETZ, S.; HERTER, F. G.; GARRASTAZU, M. C.; MATZENAUER, R. Zoneamento agroclimático para produção de mudas de morangueiro no Rio Grande do Sul. **Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2007. 27p. (**Documento 187**).

Apêndice

Apêndice A



Figura 1 A. Sacolas tubulares com substrato (slabs) provenientes de dois ciclos de cultivo, sofrendo o processo de solarização. Pelotas, 2016. Fonte: Douglas Schulz.

Apêndice B



Figura 1 B. Estrutura de cultivo protegido, abrigo, onde os experimentos foram desenvolvidos. Pelotas, 2016. Fonte: Douglas Schulz.

Apêndice C



Figura 1C. Processo de obtenção de mudas com torrão com enraizamento em câmara de nebulização. Pelotas, 2016. Fonte: Douglas Schulz.

Apêndice D



Figura 1D. Processo de indução artificial em estufa BOD de mudas com torrão. Pelotas, 2016. Fonte: Douglas Schulz.

Apêndice E

Figura 1E. Leitos de cultivo para obtenção de mudas com raiz nua, seguido do processo de vernalização em estufa BOD. Pelotas, 2016. Fonte: Douglas Schulz.

Apêndice F

Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior – PDSE - 88881.135186/2016-01

Instituições:

Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – Brasil e Universidad de Oviedo e Universidad de Huelva.

Equipe:

- Douglas Schulz Bergmann da Rosa – Eng. Agr., Me., Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Bolsista CAPES, UFPel / FAEM. Responsável.
- Roberta Marins Nogueira Peil – Prof.^a, Dr., Departamento de Fitotecnia, UFPel /FAEM. Orientadora no Brasil
- Pedro Palência - Prof.^a, Dr., Departamento de Biología de Organismos y Sistemas. Escuela Politécnica de Mieres. Universidad de Oviedo/OVI. Orientador no Exterior – Espanha
- Cristina Moreno Batista – Ingeniera Agrícola – Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad de Huelva
- Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga - Ingeniera Agrícola – Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad de Huelva

OXIFERTIRRIGACIÓN EN CULTIVO SIN SUELO DE FRESAS*

1. RESUMEN

La fresa es un cultivo de alto interés agronómico y económico en la provincia de Huelva. El 97% de la fresa producida a nivel nacional se produce en Andalucía, siendo Huelva la responsable de esa producción en un 99,7%, según los últimos datos recogidos sobre la campaña 2018-2019 por el Observatorio de precios y mercado de la Junta de Andalucía.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del Peróxido de Hidrógeno sobre el rendimiento y calidad de frutos de fresa en sistema de cultivo sin suelo en sustrato sin recirculación de la solución nutritiva, en dos variedades de fresa distinta, Florida Fortuna y Primoris, plantadas a raíz desnuda en dos sistemas de cultivos, en macetas y en sacos/bolsas.

El ensayo se ha realizado en el invernadero de polietileno transparente de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería localizada en el Campus de La Rábida (Palos de la Frontera, Huelva) durante la campaña 2017-2018 con una duración de nueve meses, de 25 de octubre de 2017 hasta el día 8 de junio 2018.

Las variedades de fresas utilizadas fueron Florida Fortuna (cultivar de día corto de la empresa Eklund Marketing Company of California, Inc., - EMCO CAL y Primoris (cultivar de día corto de la empresa española Fresas Nuevos Materiales S.A. – FNM).

Para el sistema con macetas, el ensayo constaba de 30 plantas, una por maceta de plástico negro de 7,5 L con un diámetro de 26cm y una altura de 22,5cm colocadas en tres filas en una mesa de estructura metálica. De las 30 plantas, 15 eran de la variedad Florida Fortuna y las otras 15 restantes de la variedad Primoris. Se realizaron 5 repeticiones por cada variedad y tratamiento.

Para el sistema con bolsas, se han utilizado 200 plantas y 20 sacos de fibra de coco como sustrato. Se han repartido 10 plantas por saco de 100cm x 18cm x 30cm de dimensión, sin mezclar variedades ni tratamientos y se realizaron 3 repeticiones por cada variedad y tratamiento. Dos de los sacos del ensayo, uno de cada variedad, no fueron tratados, por lo que fueron tomados como testigo.

Para ambos los ensayos, los tratamientos fueron los siguientes: 3 tratamientos de Peróxido de Hidrógeno a distintas dosis: tratamiento 0 (testigo). tratamiento 1 (0,7ml.L⁻¹ de H₂O₂) y tratamiento 2 (1,4ml.L⁻¹ de H₂O₂).

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

Las aplicaciones de peróxido se han realizado manualmente a través de una jeringuilla calibrada (10mL cada aplicación) tres veces por semana y distinguiéndose cada maceta y bolsa a una concentración determinada.

Fueron evaluados parámetros vegetativos, parámetros de drenaje, parámetros de producción y parámetros de calidad.

A pesar de los diferentes niveles de oxigenación que han presentado las raíces, para los parámetros objeto de estudio de los ensayos, no se han observado diferencias significativas entre aquellas plantas sometidas al tratamiento y aquellas que no han estado sometidas.

Los parámetros vegetativos y de calidad han reflejado que la variable que más influye es la variedad, habiendo diferencias para ellos entre Fortuna y Primoris. Por último, se ha observado que la aplicación de peróxido de hidrógeno no tiene influencia sobre los parámetros relacionados con el drenaje.

2. INTRODUCCIÓN

La producción mundial del cultivo de fresa es de 8.885.028 toneladas (FAOSTAT, 2019), siendo España el primer productor de fresa en Europa y el sexto a nivel mundial tras China, Estados Unidos, México, Egipto y Turquía.

En Europa se produce 19,6 % de fresas del mundo, con una producción de 1.747.403 toneladas anuales, donde España colabora con una producción de 351,960 toneladas y facturación del sector alrededor de 400 millones de euros (FAOSTAT, 2019).

Andalucía es la principal Comunidad Autónoma española productora de fresa. Produce el 97% de la fresa producida en territorio nacional. El 76% de la superficie fresera de Andalucía cultiva bajo el sistema de Producción Integrada. La alta inversión del sector en I+D permite que cada año surjan nuevas variedades que se adaptan mejor a las exigencias del sector internacional (Consejería de Agricultura Ganadería Pesca y Desarrollo sostenible – Junta de Andalucía - CAPDR, 2018).

En Huelva, Andalucía, es la provincia donde mas se produce fresas en España, cerca de 90% del total del país. Esta alta producción es debido al aumento de la superficie cultivada y a la introducción de nuevas variedades y técnicas de cultivo, como el cultivo sin suelo, teniendo así elevados rendimientos y más precocidad.

La introducción del cultivo de la fresa en la provincia de Huelva, en la segunda mitad de los años setenta, consiguió sacar a la provincia del profundo atraso

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

económico y social en el que permanecía. El cultivo de la fresa ha sido desde entonces el motor de desarrollo de la provincia de Huelva, el que la ha situado en la escena internacional.

La Asociación de Productores y Exportadores de la Fresa de Huelva, Freshuelva, ha informado de que el sector ha culminado la campaña 2018-2019, 6.095ha de fresas plantadas en Huelva, con una producción total de 341.556 toneladas, de las que algo más del 70 % fueron exportadas a países extranjeros, principalmente a los de la Unión Europea. El volumen exportado de fresa fue de 239,3 millones de kilos, junto con un valor de exportación de 471,5 millones de euros, situándose el valor unitario de la fresa exportada en los 1,97 euros por kilo.

La gran mayoría de las exportaciones andaluzas de fresa se dirigen a la Unión Europea, como principales compradores, Alemania (31,7%), Reino Unido (15,5%), Francia (14,6 %) e Italia (10,3 %) (IFAPA, 2020).

La elección de las variedades de fresa en Huelva es una de las decisiones más relevantes a las que deben enfrentarse los productores. Actualmente, se recurre al uso de diferentes variedades en cada campaña cambiando el escenario productivo de un año a otro, con el objetivo de encontrar la composición más ventajosa entre estos dos factores, (IFAPA, 2020).

Generalmente, se trata de obtener un equilibrio varietal que disminuya los picos de producción a final de campaña, adelantando en la medida de lo posible la producción con el uso de variedades tempranas (CAPDR, 2018).

En la Figura 1F se muestran los porcentajes de planta de cada una de las variedades de fresa cultivadas en Huelva durante la campaña 2019-20 (IFAPA, 2020).

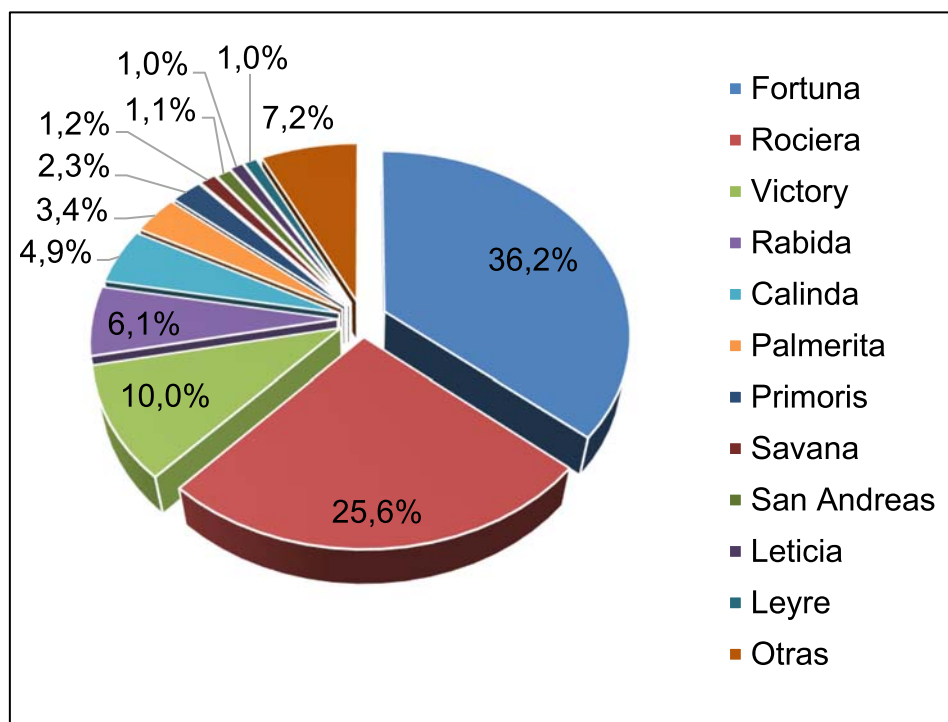


Figura 1F. Distribución varietal (% de plantas) durante la campaña 2019-2020 (IFAPA, 2020).

A pesar del importante catalogo existente, la realidad muestra que solo tres variedades concentran casi el 72% del total (Fortuna, Rociera y Victory), siendo esta la dinámica de las últimas campañas.

El sistema de producción de fresas en Huelva, en los últimos años, viene cambiando, pasando del sistema en el suelo para el sistema del cultivo sin suelo. Este cambio de sistema de cultivo fue necesario debido a la aparición de importantes enfermedades radiculares (Cánovas y Magán, 2003), en decreencia del cultivo en el mismo sitio, haciendo a las variedades extremadamente sensibles a *Phytophthora* spp, *Verticillium* spp, etc. (López Medina, 2008), limitando enormemente las producciones. Esto puede solucionarse con la desinfección de suelo, o que viene a colaborar que el cultivo sin suelo representaría una clara alternativa a la desinfección de suelos.

En el cultivo sin suelo la aparición de enfermedades de raíz es mucho menor, la desinfección es más sencilla y controlable, y la renovación periódica de los sustratos permite evitar el arraigo de las enfermedades (Cánovas y Magán, 2003).

En el sistema de cultivo sin suelo de fresa en Huelva se utilizan variedades de día corto mediante el sistema de plantación otoñal, con planta fresca a raíz desnuda

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

obtenida en viveros de altura, de forma similar a como se viene realizando en el cultivo convencional (López Medina, 2008).

En el cultivo de la fresa, para obtener cultivos sin plagas y enfermedades, la desinfección del suelo es necesaria, lo cual se ha hecho mediante aplicaciones de productos de alta peligrosidad para el medio ambiente, como el bromuro de metilo, el cual está en desuso debido a que afecta la capa de ozono (Karavina y Mandumbu, 2012).

Para sustituirlo, según expone el autor Mehmet en 2003, es necesario encontrar alternativas que sean eficientes y amigables con el medio. Existen otras prácticas culturales más respetuosas con el medio, como la solarización y la aplicación de productos como el Dazomet® que, se demostró que tenía buenos resultados desinfectando suelo de cultivo de fresa (Mitideri et al. (2009), D'Emilio et al. (2012) y Benavides Mendoza et al. (2004).

Según el autor Chapman en 1998, el peróxido de hidrógeno es un agente oxidante con alta reactividad que se utiliza ampliamente como un desinfectante y se ve como una posibilidad para disminuir el impacto ambiental.

Baldry en 1982, afirma, que el peróxido de hidrógeno es muy bueno para eliminar esporas fúngicas y buen bacteristáticos, en condiciones de acidez, ya que comparó las propiedades antimicrobiales de soluciones de peróxido y ácido peracético.

Según Vines et al., (2003) comprobó que el peróxido de hidrógeno tiene bajo impacto ecológico en sistemas hidropónicos.

Uno de los principales problemas en cultivos sin suelo es el exceso de humedad en los sustratos, que puede producirse situaciones de estrés por deficiencia de oxígeno como consecuencia de la alta tasa de crecimiento típica de dichos sistemas, especialmente en periodos de alta temperatura, lo que provoca un aumento de la actividad respiratoria y una disminución de la solubilidad del oxígeno en el agua, a la vez que incrementa la demanda de agua y la frecuencia de riego, reduciéndose el contenido de aire del sustrato (Raviv et al., 2004).

Por ello, en los cultivos sin suelo pueden darse cambios bruscos desde situaciones de "confort" a "estrés" hídrico y también en la disponibilidad de oxígeno a nivel de la rizosfera (Marfá, 1998).

Algunos factores que afectan a la concentración de oxígeno en la rizosfera de un cultivo sin suelo son: la capacidad de aireación del sustrato (Ansorena, 1994; Abad

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

et al., 2004), el volumen del sustrato por planta (Zhi et al., 2007), la edad del sustrato (García et al., 1997), el manejo del riego (Bonachela, et al., 2005), la concentración de oxígeno en el agua de riego (Pivot et al., 1998), el contenido de materia orgánica (Abad et al., 1997), la temperatura ambiental (Bonachela et al., 2007), la salinidad del sustrato (Barret-Lennard, 2003) y la forma y profundidad del contenedor (Urrestarazu, 2004).

La necesidad de oxígeno en la zona radicular depende de la especie cultivada. En general esta necesidad aumenta con la temperatura y varía con el tamaño radicular y de la planta. El mantenimiento de concentraciones de oxígeno altas en la rizosfera durante el cultivo da lugar a mayores índices de crecimiento, cosecha, de área foliar y menores problemas fitosanitarios (Morgan, 2002).

El cultivo en sustrato se caracteriza por poseer un sistema radicular muy denso, confinado en un pequeño volumen de sustrato, con elevadas tasas de actividad metabólica, respiración y crecimiento. Como consecuencia los requerimientos de oxígeno en la rizosfera incrementan sustancialmente (Urrestarazu, 2004). El confinamiento y la restricción de las raíces en los cultivos sin suelo, obliga a usar sustratos que aseguren la disponibilidad de agua y oxígeno a las raíces, por lo cual tendrán unas propiedades físicas específicas y diferenciadas del resto de los suelos naturales. Complementariamente el fertirriego de los cultivos sin suelo deberá favorecer la disponibilidad de agua y de oxígeno para el sistema radical (Marfá, 1997).

La carencia o escasez de oxígeno en la zona radicular de la planta tiene muchas formas de manifestarse, dependiendo de la especie. En general, por debajo de los 3-4 mg/l de oxígeno disuelto en la solución, se produce una disminución en el crecimiento radical, apareciendo un color pardo de éste, que tal vez sea el síntoma más precoz y fácilmente detectable de los primeros problemas al respecto (Gislerod y Kempton, 1983).

Condiciones de hipoxia en el medio de cultivo afectan el crecimiento, el rendimiento de la planta y la calidad del producto de los cultivos hortícolas, debido a que se alteran procesos fisiológicos y bioquímicos tales como el potencial hídrico (Drew, 1997), el contenido de clorofila, la fotosíntesis y el balance hormonal por exceso de etileno (Irving et al., 2007; Horchani et al., 2008, 2009). Además, se reduce la conductancia estomática (Vartapetian y Jackson, 1997), se afecta la absorción, el transporte de agua y nutrientes (Stiepniewski y Przywara, 1992), y es causa de muerte

celular por acidificación citoplasmática (Drew, 1997) y epinastia foliar (Pezeshki, 2001).

La hipoxia produce oxidación y muerte de raíces (Horchani et al., 2008) al disminuir la tasa fotosintética y el transporte de asimilados a las raíces; además del agotamiento progresivo de las reservas por el catabolismo de carbohidratos y proteínas (Devaux et al., 2003). Esto se manifiesta mediante una reducción del crecimiento y rendimiento de la planta (Lynette Morgan, 2001).

La falta de oxígeno reduce la permeabilidad de las raíces al agua, esto se produce ya que se disminuye el transporte activo de iones necesarios para que el agua se difunda por las raíces. Sin este transporte activo, para el que se necesita ATP, no hay absorción de agua, se cierran los estomas y la planta se deshidrata (Brändle, 1996; Taiz y Zeiger, 2000) produciendo acumulación de toxinas; así el agua y los minerales no pueden ser absorbidos en cantidades suficientes para el crecimiento bajo condiciones de estrés (Lynette Morgan, 2001). Esta falta de oxígeno induce la respiración anaeróbica, produciendo una hormona de estrés: el etileno, el cual se acumula en las raíces y sus células colapsan (Lynette Morgan, 2001). La presencia de esta hormona produce el incremento de la concentración de etanol y CO₂ en la rizosfera hasta niveles tóxicos (Irving et al., 2007). Una vez que ha comenzado el deterioro de la raíz, provocado por la anaerobiosis, los patógenos oportunistas como el *Pythium* pueden entrar rápidamente a la planta y destruirla (Lynette Morgan, 2001).

En cultivos sin suelo se pueden presentar algunas condiciones que favorecen la hipoxia, tales como el aumento de la temperatura y la salinidad (Marfa y Gurí, 1999), una elevada densidad radicular y baja concentración de O₂ en el agua de riego (Castellanos, 2006). La deficiencia de oxígeno suele ocurrir en épocas cálidas, debido al incremento de la temperatura del sustrato y consecuentemente de la tasa de respiración de las raíces (Bonachela, et al., 2005).

La correlación entre las temperaturas y la disponibilidad de oxígeno es inversa, de forma que en una disolución nutritiva se reduce el oxígeno disuelto conforme aumenta la temperatura. En contraposición, la capacidad de difusión del oxígeno aumenta a medida que se incrementa la temperatura, por lo que estos dos fenómenos se compensan sin llegar a equilibrarse (Urrestarazu, 2004).

Otra de las causas más comunes que puede inducir a una condición de hipoxia es un mal manejo o exceso de riego (Drew, 1997). El exceso de agua en el sustrato puede provocar un descenso de la concentración de O₂ en los espacios aéreos del

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

suelo y de los tejidos vegetales. Cuando el suelo está saturado de agua, el aire de los poros del suelo es desplazado por ésta y el O_2 disuelto es rápidamente absorbido por microorganismos y plantas para satisfacer sus demandas, pero la disponibilidad de oxígeno es insuficiente para este efecto, lo cual causa desequilibrios metabólicos (Casierra-Posada y Vargas, 2007).

La oxifertirrigación es una técnica que consiste en el enriquecimiento en oxígeno disuelto del agua de riego o de la solución nutritiva hasta alcanzar condiciones de sobresaturación (Marfá et al., 2005).

En riegos de alta frecuencia como los empleados habitualmente en los cultivos sin suelo, mediante dicha técnica se aplica frecuentemente a la rizosfera agua con una elevada concentración de oxígeno que de forma más o menos lenta va dejando de estar disuelta pero que en parte queda adsorbido en la superficie de la matriz porosa del medio de cultivo a disposición de las raíces o que retrasa el descenso de la concentración de oxígeno disuelto en la solución acuosa de la rizosfera (Marfá et al., 2005).

Bajo condiciones de hipoxia, la oxifertirrigación asegura un óptimo funcionamiento de la raíz y mejora la actividad microbiana, las transformaciones minerales y la eficiencia del uso del agua (Bhattarai et al., 2005).

Considerando que el principal aporte de oxígeno que le llega a las raíces proviene de la solución nutritiva aplicada mediante el riego, se han propuesto diferentes métodos de oxigenación en cultivos sin suelo a través de la fertirrigación: Oxifertirrigación pura: consiste en la inyección de oxígeno gaseoso a presión en el agua de riego o en la solución nutritiva (Marfá et al., 2005; Bhattarai et al., 2005); Oxifertirrigación física o mecánica: agitación mecánica o inyección de aire directamente en el tanque de solución nutritiva (Castellanos, 2006; Alcayde, 2009) y la Oxifertirrigación química: aplicación de compuestos a base de peróxidos, los cuales durante el proceso de descomposición liberan oxígeno (Marfá y Gurí, 1999; Urreztarazu y Mazuela, 2005).

De acuerdo con Raffo, 2000, la aplicación de peróxido tiene otras ventajas ya que el H_2O_2 no tiene efectos carcinogénicos ni mutagénicos, posee alta eficiencia en aguas con alta concentración de materia orgánica y aplicado en fertirrigación ayuda al mantenimiento y limpieza del sistema de riego.

3. OBJETIVOS

Con el presente trabajo se pretendió determinar, de manera general, el efecto del Peróxido de Hidrógeno sobre el rendimiento y calidad de frutos de fresa en dos sistemas de cultivo sin suelo y dos variedades comerciales de fresa, Florida Fortuna y Primoris FNM, producidas por S.C.A. NTRA. SRA. DE LA BELLA

Entre los objetivos específicos, se pretendió: estudiar el efecto de diferentes concentraciones de Peróxido de hidrógeno sobre los parámetros asociados al desarrollo vegetativo (actividad fotosintética - SPAD), diámetro de corona; examinar el efecto del Peróxido de hidrógeno sobre los parámetros asociados a la producción (producción, número de frutos, peso medio del fruto, número de frutos no comerciales); estimar el efecto de distintas concentraciones de Peróxido de hidrógeno en parámetros asociados a la calidad (diámetro ecuatorial, firmeza y azúcares solubles / °Brix, concentraciones de ácido ascórbico / vitamina C, acidez titulable y calidad postcosecha y evaluar el efecto del Peróxido de hidrógeno sobre los parámetros de los drenajes pH, conductividad eléctrica /CE, concentraciones del anión NH_4^+ , concentraciones del anión NH_3^- , concentraciones de oxígeno).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se llevarán a cabo durante la campaña 2017/2018, en el invernadero localizado en la Universidad Politécnica de la Rábida (Palos de la frontera), Huelva, al suroeste de España (N 37° 12' 3.19" y longitud O 6° 55' 6.33", a 22m sobre el nivel del mar). Dicho invernadero fabricado con polietileno transparente está constituido por 20 módulos con una orientación Norte-Sur (Figura 2F).

Los módulos donde se llevan a cabo los ensayos (uno para cada ensayo) tenían una superficie de 51m² y sus dimensiones eran de 6,30 m por 8,10 m. Tenían estructuras cenitales que permitían su apertura para la ventilación.



Figura 2F. Vista aérea del invernadero de la Escuela Técnica Superior de La Rábida, donde se realizarán los ensayos

Para los dos ensayos, los tratamientos fueron: T0 (Testigo), T1 (0,7 ml/L de H_2O_2) y T2 (1,4 ml/L de H_2O_2) (Tabla 1). Se aportaron 10 ml de cada tratamiento a la maceta/bolsa correspondiente. El producto utilizado fue peróxido de hidrógeno (35%) con densidad 1.13 g cm^{-3} .

Tabla 1F. Tratamientos con el peróxido de hidrógeno.

Tratamiento	Dosis	ml.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mmol.L ⁻¹
0	0%	0	0	0
1	50%	0,7	791	23,25
2	100%	1,4	1582	45,5

Las variedades de fresas utilizadas fueron Florida Fortuna (cultivar de día corto de la empresa Eklund Marketing Company of California, Inc., - EMCO CAL y Primoris (cultivar de día corto de la empresa española Fresas Nuevos Materiales S.A. – FNM).

Para los dos ensayos, antes de establecer el cultivo, se realizó el lavado de las sales de las macetas durante 24 horas.

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

El día 4 de octubre de 2017 se empezó a regar las macetas y los sacos, con solución nutritiva, y 20 días después, 25 de octubre de 2017, se realizó la plantación de un plantón con raíz desnuda por maceta y 10 plantones por saco.

El día 8 de junio se llevó a cabo el levantamiento de los cultivos. Para ellos se extrajeron las plantas de cada maceta y saco, contabilizándolas, ya que algunas habían muerto durante el ciclo. Se pesaron y se midió el diámetro de corona de cada una de ellas.

4.1 Descripción del ensayo con las macetas

El ensayo constaba de 30 plantas de fresa, 5 repeticiones por tratamiento, una por maceta de plástico negro de 7,5L con un diámetro de 26cm y una altura de 22,5cm, llenadas con el sustrato, conectados a la fertirrigación con un gotero (caudal de 2,0L.h⁻¹). Las macetas fuerán colocadas en tres filas en una mesa de estructura metálica. De las 30 plantas, 15 eran de la variedad Florida Fortuna y las otras 15 restantes de la variedad Primoris (Figura 3F).

Se utilizó como sustrato una mezcla de turba de *Sphagnum spp.* marca GRAMOFLO®[®], compuesta de un 60% de turba rubia y un 40% de turba negra. Las características físicas y químicas de este sustrato fueran las siguientes: materia orgánica = < 90%; pH = 3,5 – 6,5mS cm⁻¹; humedad = mín. 30% - máx. 80%; densidad aparente seca 80 – 300g cm⁻³ CE = 0,1 – 1,2mS cm⁻¹ y granulometría = 0 – 45mm.

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

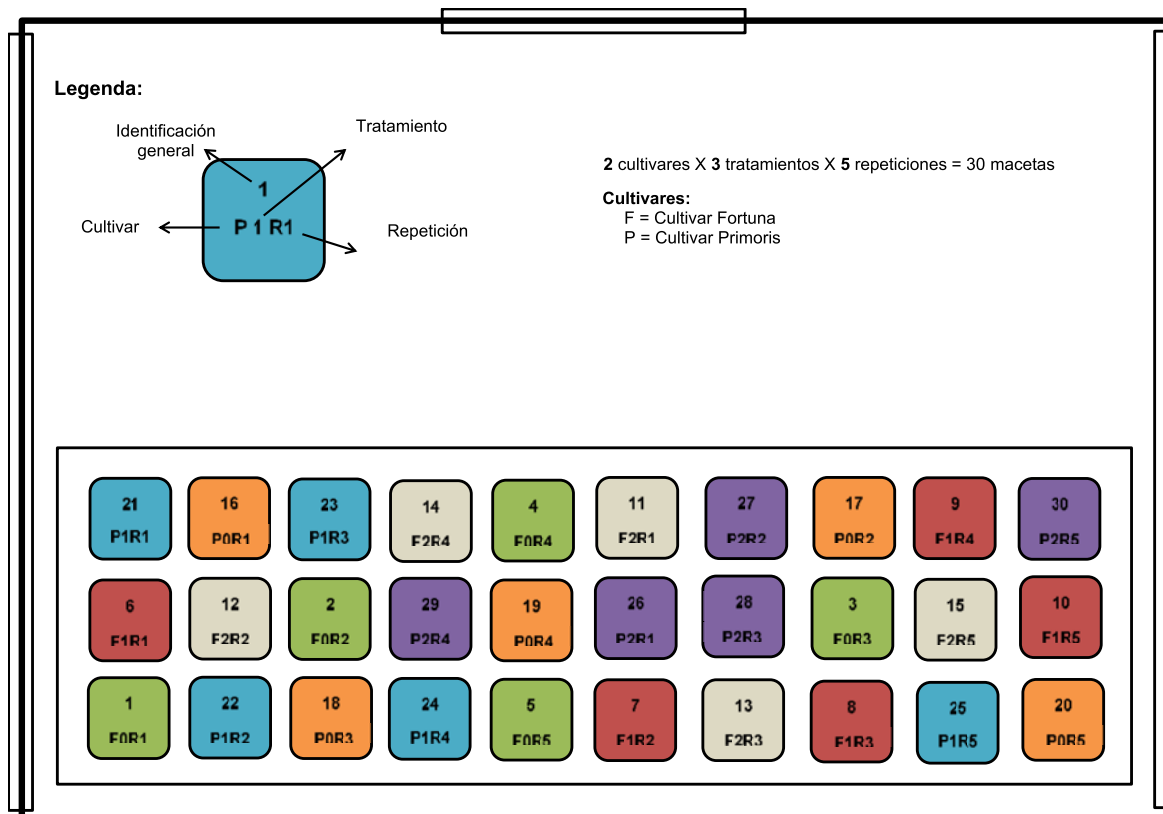


Figura 3F. Croqui del ensayo con macetas.

4.2 Descripción del ensayo con las bolsas

El ensayo constaba de 200 plantas de fresa de las variedades Fortuna y Primoris y 20 sacos de fibra de coco como sustrato, en 5 filas constituidas por 4 sacos. Se han repartido 10 plantas por saco de 100cm x 18cm x 30cm de dimensión, sin mezclar variedades ni tratamientos y se realizaron 3 repeticiones por 48 cada variedad y tratamiento. Dos de los sacos del ensayo, uno de cada variedad, no fueron tratados, por lo que fueron tomados como testigo.

Todos los sacos fueron colocados sobre bovedillas reforzadas de polietileno expandido, acima del suelo y conectados a la fertirrigación con tres goteros cada uno de ellos (caudal de 2,0 L.h⁻¹ por gotero, total de 6.0 L.h⁻¹) por bolsa).

Antes de establecer el cultivo se realizó el lavado de las sales de los sacos durante 24 horas. Posteriormente se procedió a abrirle los drenajes mediante 4 cortes en cada esquina del saco (Figura 4F).

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

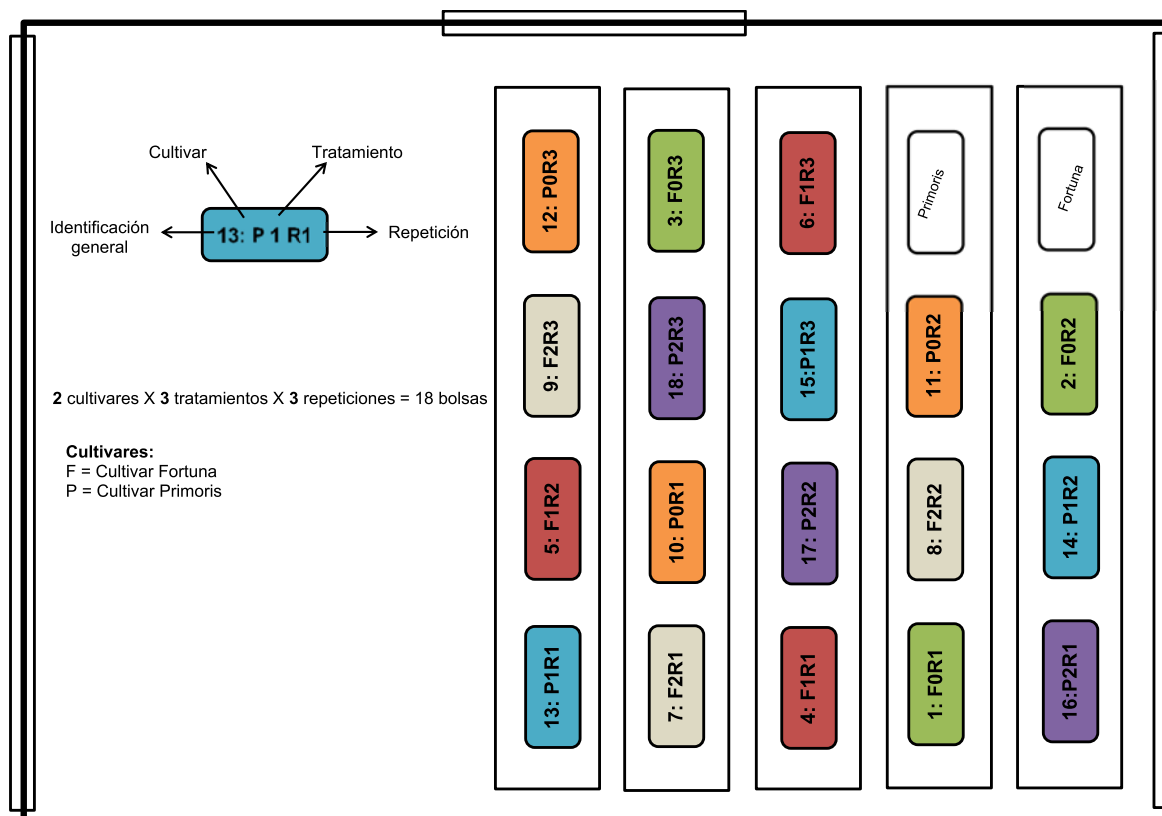


Figura 4F. Croqui del ensayo con bolsas.

4.3 Fertirrigación

El sistema de fertirrigación que se ha utilizado era abierto, sin recirculación de la solución nutritiva. La inyección del abono se realizó a través de una bomba y dos depósitos donde se repartían los diferentes fertilizantes, uno de los depósitos contenía: 1850 g de Nitrato potásico, 1500 g de Sulfato magnésico, 1200 g de Fosfato amónico, 1700 g de Nitrato amónico, 150 g de micronutrientes y 100 g de Ferrun; en el otro tanque contenía 2000 g de Nitrato cálcico.

Durante la semana 1, 2 y 3 (26/10/2018 hasta el 19/11/2018) el ensayo realizado tuvo dos riegos al día de 5 minutos cada 4 horas. En la semana 4 el riego se redujo a 3 minutos cada 4 horas para regular el % de drenaje, ya que hay que mantenerlo entre un 20-50% por medio de la frecuencia y tiempo de riego, así se reduce el riesgo de acumulación de iones que en exceso pueden resultar tóxicos para las plantas (Sengupta y Banerjee, 2012; Salazar *et al.*, 2014).

En la semana 9 (18/12/2017 hasta el 22/12/2017) se aplicó en el ensayo microelementos (200 g.100 L⁻¹ de agua) (marca Welgro Standard Plus®) a cada 15 días con una mochila de tratamientos.

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

En la semana 14 (22/1/2018 hasta el 26/1/2018) empezó a aplicarse Extracto de Algas Sólido. *Ascophyllum nodosum* de la marca Natural®-WSP, junto con Calcio (11-5-19+9CaO+2.5MgO+TE) de la marca Agroleaf Power® y también Aminoácidos libres 80% de la marca Naturamin®-WSP. Se aplicaban las siguientes cantidades: 10g de aminoácidos libres + 25 g de Calcio+ 7,5 g de Extracto de algas por cada 10 L de agua.

4.4 Aplicación de Peróxido de hidrogeno

El tratamiento era aplicado manualmente a través de una jeringuilla calibrada, tres veces por semana a las plantas asignadas, en un total 10 ml de cada tratamiento a cada planta de las macetas o bolsas.

Se preparaban dos soluciones de diferente concentración de H₂O₂, una de ellas con una dosis del 50%, lo que correspondía a 0,7 ml L⁻¹ y la otra con una dosis del 100% correspondiente a 1,4 ml L⁻¹. Se disponía de dos depósitos de 7 litros donde se almacenaba las soluciones madre.

4.5 Medida de parâmetros

En función de la cantidad de frutos se realizaban las cosechas oportunas cada semana. Cuando las plantas empezaron a producir una cantidad de frutos significativos éstos se recolectaban para los análisis. En primer lugar, se realizaban las medidas de parâmetros que no alteraban el fruto, aquellos que estaban relacionados con la producción, para que los frutos seleccionados estuvieran en buenas condiciones para la evaluación de la calidad.

5. MÉTODOS ESTADÍSTICOS

Los análisis estadísticos de los resultados fueron realizados mediante las pruebas de efectos inter-sujetos para comprobar si había diferencias significativas o no. Cuando los valores F fueron significativos la diferencia entre los valores medios fueron determinados mediante la prueba de Tukey. Las diferencias fueron consideradas significativas en $P < 0,05$ y se realizó la prueba para las siguientes variables:

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

- Parámetros vegetativos (Actividad fotosintética (SPAD), diámetro de corona, peso fresco final planta sin raíces);
- Parámetros de drenaje (pH, CE, NO_3^- , NH_4^+ , O_2);
- Parámetros de producción (número de frutos comerciales, peso medio de cada fruto, número de frutos no comerciales / frutos excesivamente deformados y pequeños < 5 g por fruto, peso medio de frutos no comerciales);
- Parámetros de calidad (firmeza, diámetro ecuatorial, °Brix).

Los procedimientos estadísticos fueron realizados con el programa SPSS versión 24 (SPSS, IBM, Chicago, IL, USA).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos están descritos en la tabla abajo (Tabla 2):

Tabla 2F: Resultados obtenidos en los ensayos con las macetas y las bolsas.

Resultados del ensayo con las macetas																			
Tratamiento	Dosis (mL.L ⁻¹)	SPAD	Diámetro corona final (mm)	Peso fresco de la planta final (g)	pH drenaje	CE drenaje (mS cm ⁻¹)	Amonio		Nitrato		Oxígeno drenaje (mg.L ⁻¹)	N° frutos por		Peso medio fruto (g)	N° frutos por planta no comerciales	Peso medio frutos no comerciales (g)	Diámetro ecuatorial del fruto (mm)	Firmeza (g)	°Brix (%)
							drenaje (mg.L-1)	drenaje (mg.L-1)	comerciales	planta		comerciales	planta						
0	0	47,00*	49,00*	150,01*	6,20*	2,97*	0,35*	171,90*	7,89*	3,83*	18,61*	4,16*	7,30*	32,74*	495,29*	7,12*			
1	0,7	46,21	45,39	127,60	6,26	2,31	0,36	222,58	7,78	3,32	18,28	3,86	6,73	32,03	498,54	7,20			
2	1,4	47,02	49,88	142,57	6,28	2,00	0,42	180,75	7,93	3,70	18,27	4,26	6,67	32,30	484,83	7,16			
Variedad																			
Fortuna		46,74*	46,14 b	94,53 b	6,23*	2,42*	0,39*	211,65*	7,97*	3,60*	20,98 a	3,27 b	7,63 a	33,74 a	468,80 b	6,62 b			
Primoris		46,74	50,03 a	185,59 a	6,27	2,43	0,37	171,83	7,52	3,64	15,79 b	4,91 a	6,17 b	30,98 b	516,98 a	7,70 a			
Resultado del ensayo con las bolsas																			
Tratamiento	Dosis (mL.L ⁻¹)	SPAD	Diámetro corona final (mm)	Peso fresco de la planta final (g)	pH drenaje	CE drenaje (mS cm ⁻¹)	Amonio		Nitrato		Oxígeno drenaje (mg.L ⁻¹)	N° frutos por		Peso medio fruto (g)	N° frutos por planta no comerciales	Peso medio frutos no comerciales (g)	Diámetro ecuatorial del fruto (mm)	Firmeza (g)	°Brix (%)
							drenaje (mg.L-1)	drenaje (mg.L-1)	comerciales	planta		comerciales	planta						
0	0	47,66*	26,45*	55,87*	6,23*	0,82*	0,38*	131,30*	7,17*	7,82*	21,71*	12,19*	11,45*	35,74*	405,3*	7,35*			
1	0,7	47,41	27,13	61,23	7,12	0,88	0,39	100,58	8,38	7,05	21,82	10,41	10,76	35,41	381,9	7,42			
2	1,4	48,10	27,97	57,54	7,32	0,84	0,34	80,12	8,72	7,05	21,38	9,79	9,45	34,68	394,45	6,97			
Variedad																			
Fortuna		48,82 b	24,61 b	44,96 b	7,17 a	0,84 b	0,36 b	120,82*	32,78 a	6,76 b	24,40 a	8,86 b	11,68 a	34,87*	400,2*	6,76 b			
Primoris		46,62 a	29,81a	73,05 a	6,76 b	0,85 a	0,37 a	118,13	7,57 b	7,88 a	18,76 b	12,61 a	9,46 b	35,6	398,56	7,75 a			
* No se aprecian diferencias significativas																			

* No se aprecian diferencias significativas

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

6.1 Actividad fotosintética, SPAD.

6.1.1 Ensayo con las macetas

Para la variable actividad fotosintética y según los datos obtenidos no se han obtenido diferencias significativas entre variedades ni entre tratamientos.

Estos resultados coinciden con el ensayo “Influencia del peróxido de hidrógeno sobre el nivel de clorofila en pimiento italiano (*Capsicum annuum* L.)” realizado por Orihuela et al., (2012) donde se determinaron los niveles de clorofila en las hojas de pimiento y vieron que la aplicación de peróxido de hidrógeno no tuvo diferencias significativas en el proceso de ganancia o pérdida de clorofila.

Además, estos resultados son coincidentes con lo indicado en el estudio de Carazo-Gómez (2015) “Oxifertirrigación en cultivo sin suelo de rosa para flor cortada (*Rosa* sp.) y pimiento (*Capsicum annuum* L.): efectos en desarrollo y producción” en el que no se encontraron diferencias significativas en el contenido de clorofila usando la técnica de oxifertirrigación.

6.1.2 Ensayo con las bolsas

Según los datos obtenidos se observa que existen diferencias significativas entre variedades. Sin embargo, no se observan diferencias significativas entre tratamientos.

6.2 Diámetro de corona

6.2.1 Ensayo con las macetas

Para la variable diámetro de corona se han observado diferencias significativas entre variedades, siendo la variedad Primoris significativamente superior que la variedad Fortuna. Estos resultados son coincidentes con los resultados de la “Evaluación de Variedades de Fresa: Resultados Obtenidos en Cultivo Sin Suelo en la Campaña 2017-2018”, ensayo realizado por la Red Andaluza de Experimentación Agraria (RAEA). En el último muestreo realizado el 16 de mayo ‘Rociera’, ‘Calderón’, ‘Primoris’, ‘Marquis’ y ‘Savana’, con valores comprendidos entre 55% y 51%, respectivamente, resultaron ser las variedades más vigorosas.

Por el contrario, no se obtuvieron diferencias significativas para los distintos tratamientos ensayados, lo cual coincide con lo indicado por Cazorla (2010). Este autor estudió la respuesta de un cultivo de melón (*Cucumis melo* cv. *Vulcano*) en

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

invernadero, cultivado sobre distintos tipos de lana de roca y bajo distintas condiciones de oxigenación en el agua de riego. En este ensayo el diámetro de corona y longitud del tallo no tuvo diferencias significativas, tanto con y sin aplicación de oxígeno. Por otro lado, Soto-Bravo (2015) determinó que no existen diferencias significativas en el diámetro de corona en el tallo de las tomatas con diferentes tratamientos a distintos niveles de oxígeno.

Por otra parte, en el ensayo realizado por Alcayde (2009) sobre la evaluación de la respuesta productiva y cualitativa de un cultivo de melón cv. Vulcano, cultivado en distintos sustratos de lana de roca y bajo distintas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua de riego, observó que el aporte de oxígeno al sistema radical mejoraba los parámetros de diámetro de corona y longitud del tallo en relación al tratamiento testigo (sin aporte de oxígeno).

6.2.2 Ensayo con las bolsas

Para la variable diámetro de corona se han observado diferencias significativas entre variedades, siendo la variedad Primoris significativamente superior que la variedad Fortuna. Para el factor tratamiento no se encontraron diferencias significativas

6.3 Peso fresco final de la planta

6.3.1 Ensayo con las macetas

Podemos observar que existen diferencias significativas entre variedades, siendo el peso de la variedad Primoris significativamente superior al peso fresco de la variedad Fortuna. En este ensayo se ha demostrado que Primoris tiene mayor masa vegetativa que Fortuna, por ello tiene mayor peso fresco. Esto está relacionado con el diámetro de corona, de tal forma que al tener mayor masa vegetativa tenemos también mayor diámetro de corona como se ha comentado anteriormente.

Respecto a los tratamientos evaluados, no se han obtenido diferencias significativas entre ellos.

6.3.2 Ensayo con las bolsas

Según los datos obtenidos se observan diferencias significativas en variedad para las variables peso fresco final de la planta como podemos. Tal y como ocurre en

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

el caso del parámetro diámetro de corona, podríamos afirmar que la variedad Primoris tiene una predisposición a un peso más elevado que la otra variedad objeto de estudio, Fortuna.

6.4 pH y conductividad eléctrica (CE)

6.4.1 Ensayo con las macetas

Según los datos, no se han obtenido diferencias significativas para las variables pH y CE entre las variedades ni entre los tratamientos evaluados.

6.4.2 Ensayo con las bolsas

No se han encontrado diferencias significativas entre variedades para el parámetro pH. Para la variable tratamiento tampoco se han encontrado diferencias significativas coincidiendo con los estudios realizados por Soto-Bravo (2015) donde observó que los valores de pH medidos de los drenajes de los sacos de fibra de coco donde se encontraban las plantas de tomate, no obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con aplicación de H_2O_2 y los testigos.

Por otro lado, Acuña et al., (2006) en su trabajo “Respuesta de un cultivo de pimiento en sustrato de perlita a la mejora de la oxigenación del medio radicular” no encontraron diferencias entre tratamientos atribuibles a la oxigenación en el pH de los lixiviados. Capel-Pérez (2011) en su estudio “Comportamiento de la lana de roca bajo distintas concentraciones de oxígeno y su efecto sobre la morfología de la planta en un cultivo de melón cv. Vulcano” no encontró diferencias estadísticamente significativas para el factor oxigenación en el pH de la solución de sustrato entre las tablas con aporte de O_2 y las que no llevaban aporte de O_2 .

Para la variable CE según los datos obtenidos no existen diferencias estadísticamente significativas entre variedades ni tratamientos, resultados que coinciden con el estudio realizado por Capel-Pérez (2011) donde no encontró diferencias significativas. Por lo que en general, los valores de CE en las tablas de melón con aporte de O_2 y las que no llevaban aporte de O_2 fueron similares a lo largo de todo el ciclo de cultivo.

A diferencia de los resultados obtenidos en el presente estudio y las coincidencias de estos con otros autores, Soto-Bravo (2015) y Acuña (2006)

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

encontraron diferencias significativas en la CE de los drenajes de los sacos de cultivos, de tomate y pimiento respectivamente, con aporte de O_2 y testigos.

6.5 Amonio (NH_4^+) y Nitratos (NO_3^-)

6.5.1 Ensayo con las macetas

Con respecto al ión amonio y al ión nitrato no se han observado diferencias significativas ni para la variedad ni para el tratamiento.

6.5.2 Ensayo con las bolsas

No se aprecian diferencias significativas en el factor tratamiento para el parámetro nitrato, pero si se observa una tendencia a reducir la cantidad de iones nitrato en el drenaje cuanto mayor es la concentración de peróxido.

Como podemos observar, no se han encontrado diferencias significativas para variedad ni tratamiento en la cantidad de iones amonio presente en los drenajes.

6.6 Oxígeno (O_2)

6.6.1 Ensayo con las macetas

Para la variable oxígeno no se encontraron diferencias significativas ni entre variedad ni entre los diferentes tratamientos evaluados. Estos resultados coinciden con lo indicado por Soto-Bravo (2015), que tampoco obtuvo diferencias significativas en el contenido de oxígeno de los drenajes para tomate en cultivo hidropónico.

6.6.2 Ensayo con las bolsas

Según los datos obtenidos no se han encontrado diferencias significativas entre variedades y tratamientos, resultados que coinciden con Soto-Bravo (2015) en su estudio sobre tomate donde tampoco obtuvo diferencias significativas en la concentración de oxígeno de los drenajes entre las plantas del T0 y T1. Capel-Pérez (2011) no encontró diferencias estadísticamente significativas para el contenido medio de oxígeno en el agua del extracto de las tablas de melón con aporte de O_2 y sin aporte de O_2 . Por otro lado, Bonachela (2008) en su estudio "Oxifertirrigación de un cultivo de melón en lana de roca en el área mediterránea" descubrió que la

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

concentración de O₂ en la solución del sustrato era similar en los tratamientos T0 y T1.

6.7 Número de frutos comerciales

6.7.1 Ensayo con las macetas

Según los resultados obtenidos no se observaron diferencias significativas entre las variedades ni entre los tratamientos ensayados, esto coincide con lo indicado por Hernández-Lao (2013) y Carazo Gómez (2015) que estudió el número de pimientos cosechados por planta para la aplicación o no de oxifertirrigación, los cuales tampoco encontraron diferencias significativas en el número de frutos por planta en el cultivo de pimiento y tomates tipo “Cherry Pera” respectivamente.

Sin embargo, en el trabajo reportado por Gil (1997), donde se estudió la respuesta de un cultivo de melón en sustrato de lana de roca al aumento del oxígeno disuelto en la solución nutritiva, observó como la aplicación de oxígeno afectó significativamente al número de frutos de melón, a la productividad comercial y a los frutos de primera categoría.

En el estudio de Bonachela et al. (2010) donde se testó la oxifertirrigación en invernadero de un cultivo de melón en lana de roca en el área mediterránea, se encontró diferencias significativas en el número de frutos por planta. Asimismo, Cazorla-Díaz (2011) encontró diferencias significativas para el número de frutos por planta. Cuanto mayor era el aporte de oxígeno mayor número de melones por planta se obtenían.

6.7.2 Ensayo con las bolsas

No se han obtenido variables estadísticamente significativas para variedades y tratamientos.

A diferencia de los resultados del presente estudio, Orihuela et al. (2012) sí obtuvo diferencias significativas para el número de fresas cosechadas en las plantas a las que se les había aplicado peróxido de hidrógeno respecto a las plantas testigo.

6.8 Peso medio de cada fruto

6.8.1 Ensayo con las macetas

Para la variable peso medio del fruto, se observó diferencias significativas entre las diferentes variedades y en la interacción variedad x tratamiento, siendo fortuna la variedad que más peso medio mostró durante el ensayo. Esto coincide con la evaluación de Variedades de Fresa: Resultados Obtenidos en Cultivo Sin Suelo en la campaña 2017-2018, ensayo realizado por la RAEA, en el que Fortuna muestra mayor peso medio de cada fruto con respecto a Primoris.

Según los resultados obtenidos no se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos.

6.8.2 Ensayo con las bolsas

Según los resultados obtenidos se han encontrado diferencias significativas entre variedades para el parámetro peso medio de los frutos comerciales. Sin embargo, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas para el factor tratamiento, como los resultados obtenidos por Hernández-Lao (2013) quienes no obtuvieron efectos significativos en el peso medio de los tomates para el factor oxigenación. Los resultados del presente ensayo también coinciden con lo expuesto por Bonachela et al. (2010) en su estudio “Oxifertirrigación en invernadero de un cultivo de melón en lana de roca en el área mediterránea” en el que no encontró diferencias significativas para el peso medio de los melones.

En el caso de los estudios realizados por Orihuela et al. (2012) en su ensayo de fresas, se obtuvieron diferencias significativas para el peso medio de la fresa en temporada temprana, mientras que en temporada tardía no obtuvieron efectos. Estos resultados no podrían haber sido obtenidos en el presente ensayo debido a la ausencia de la producción temprana como consecuencia de diversos factores, entre ellos unas temperaturas muy elevadas en el mes de la plantación y un problema en el sistema de riego encargado del lavado de los sacos de fibra de coco, que produjo un exceso de sales y en consecuencia un retraso en el desarrollo y producción de las plantas.

6.9 Número de frutos no comerciales

6.9.1 Ensayo con las macetas

Con respecto a la variedad sí se muestran diferencias significativas, siendo la variedad Primoris la que tiene mayor número de frutos no comerciales.

El número de frutos no comerciales obtenidos en los distintos tratamientos, no existen diferencias significativas.

6.9.2 Ensayo con las bolsas

Solo se han encontrado diferencias significativas para el factor variedad, sin embargo, aunque las diferencias entre los tratamientos no se hayan encontrado significativas se observa una disminución de la media de frutos no comerciales a medida que se incrementa la concentración del tratamiento.

Por lo tanto, podemos observar que las plantas que se han sometido a un tratamiento con una concentración de peróxido mayor han producido menor cantidad de frutos no comerciales.

6.10 Peso medio de frutos no comerciales

6.10.1 Ensayo con las macetas

Se observan diferencias significativas para la variedad, siendo los frutos no comerciales de la variedad Fortuna los que más pesan con respecto a la variedad Primoris. La variedad Primoris obtuvo mayor número de frutos no comerciales, pero más pequeños, al contrario que la variedad Fortuna, que obtuvo menor número de frutos no comerciales, pero con mayor peso. También se obtuvo diferencia significativa en la interacción variedad x tratamiento.

Por otro lado, no se observan diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, sí podemos ver que a mayor concentración de peróxido de hidrógeno menor es el peso de frutos no comerciales.

6.10.2 Ensayo con las bolsas

En el peso medio de los frutos no comerciales se han observado diferencias significativas para el factor variedad.

6.11 Diámetro ecuatorial del fruto

6.11.1 Ensayo con las macetas

Para variedad se obtuvieron diferencias significativas, teniendo mayor diámetro las fresas de la variedad Fortuna.

Con respecto a los tratamientos, no se obtuvieron diferencias significativas, coincidiendo con Hernández-Lao (2013) el cuál estudió el comportamiento de distintos tipos de sustratos de lana de roca, en respuesta al aumento de oxígeno disuelto en la solución nutritiva de un cultivo de tomate tipo “Cherry Pera” y tampoco encontró diferencias significativas para el diámetro ecuatorial de los tomates para el factor oxigenación, siendo el diámetro de los frutos testigo ligeramente superior a los tratados.

6.11.2 Ensayo con las bolsas

Según los resultados obtenidos no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para el diámetro del fruto. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Carazo-Gómez (2015) en su estudio “Oxifertirrigación en cultivo sin suelo de rosa para flor cortada (*Rosa sp.*) y pimiento (*Capsicum annuum* L.): efectos en desarrollo y producción” en el que no encontró diferencias significativas para el diámetro de los pimientos promovidas por la oxifertirrigación.

6.12 Firmeza

6.12.1 Ensayo con las macetas

Para la variable firmeza encontramos diferencias significativas en las variedades, siendo la variedad Primoris la que tiene mayor firmeza, esto coincide con el estudio realizado por la RAEA sobre la evaluación de Variedades de Fresa: Resultados Obtenidos en Cultivo Sin Suelo en la campaña 2017-2018, en el que ‘Primoris’ mostró los valores más altos. ‘Marisol’, ‘Fortuna’ y ‘Calinda’ mostraron los valores más bajos.

6.12.2 Ensayo con las bolsas

No se han obtenido diferencias significativas entre tratamientos para el parámetro firmeza, coincidiendo con Soto-Bravo (2015) en su estudio “Oxifertirrigación química mediante el riego en tomate hidropónico en invernadero” quien no encontró diferencias significativas para el factor oxigenación respecto a la firmeza de los tomates. Las plantas que habían sido sometidas a un enriquecimiento en oxígeno presentaban firmezas muy similares a aquellas que no habían sido sometidas a este tratamiento.

Asimismo, Castellanos (2006) tampoco encontró diferencias significativas en la firmeza de los frutos de tomates cultivados en fibra de coco, entre tratamientos con y sin aireación en la solución nutritiva. Por otro lado, Vargas (2001) en su trabajo “Uso de la oxifertirrigación en un cultivo de sandía en sustrato de perlita en un invernadero en El Ejido en Almería” no encontró diferencias significativas en la firmeza de las sandías cosechadas.

6.13 ° Brix

6.13.1 Ensayo con las macetas

Se encontraron diferencias significativas en las variedades, para la variable °Brix, siendo mayor en la variedad Primoris. Esto coincide con lo estudiado en el ensayo realizado por la RAEA en la evaluación de variedades de fresa: resultados obtenidos en cultivo sin suelo en la campaña 2017/2018 teniendo primoris mayor ° Brix que fortuna.

Para los tratamientos no se encontraron diferencias significativas, coincidiendo con el ensayo de Vargas (2001) en el que las sandías no mostraron diferencias significativas en los sólidos solubles totales.

6.13.2 Ensayo con las bolsas

Para los °Brix se han encontrado diferencias significativas entre variedades, sin embargo, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas para los tratamientos. Estos resultados últimos, coinciden con los estudios realizados por Soto-Bravo (2015) “Oxifertirrigación química mediante el riego en tomate hidropónico en invernadero” donde tampoco encontró diferencias significativas sobre los °Brix en los frutos.

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

Los resultados obtenidos por Hernández-Lao (2013) concluyeron que el aporte de O₂ no influyó en los sólidos solubles en tomates cherry, incluso encontraron niveles superiores de azúcares en los frutos de los tratamientos testigo, patrón que se repite al menos una vez en los resultados obtenidos en el presente ensayo, ya que como la cantidad de azúcares es superior en las plantas testigo, es decir aquellas que no han estado sometidas al tratamiento con peróxido de hidrógeno y apreciándose una tendencia a disminuir la cantidad de sólidos solubles a medida que se aumenta la concentración del tratamiento.

7. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y las condiciones de cultivo en sustrato sin recirculación de la solución nutritiva en la que se realizaron los experimentos, se puede concluir que:

- La aplicación de peróxido de hidrógeno no influye en los resultados de los parámetros vegetativos medidos durante el ensayo, tanto en los ensayos con macetas y bolsas;
- En los dos ensayos, tanto el peso de la planta como el diámetro de corona están determinados por la variedad, por lo que es una característica de la misma, sin apreciarse influencia del tratamiento realizado durante todo el proceso. Por tanto, la variable que más influye en el estudio de estos parámetros es la variedad;
- En los análisis realizados en el lixiviado de la planta se demuestra que las distintas dosis aplicadas de Peróxido de hidrógeno no influyen en los parámetros de drenaje analizados en los dos ensayos;
- La aplicación de peróxido de hidrógeno no refleja una mayor producción en las plantas en los dos ensayos;
- Para las distintas dosis aplicadas de Peróxido de hidrógeno, en las macetas, no influyen los parámetros de producción, exceptuando el peso medio de cada

fruto en el que la interacción variedad x tratamiento sí tiene diferencias significativas. Sin embargo, sí podemos ver que a mayor concentración de Peróxido de hidrógeno menor es el peso de frutos no comerciales;

- En las macetas, la variedad Fortuna mostró mayor peso medio que Primoris durante el ensayo. La variedad primoris obtuvo mayor número de frutos no comerciales, pero más pequeños, al contrario que Fortuna, que obtuvo menor número de frutos no comerciales, pero con mayor peso. También se obtuvo diferencia significativa en la interacción variedad x tratamiento;
- En las bolsas, los parámetros productivos como la cantidad o el peso de los frutos no se ven influidos por el tratamiento con peróxido de hidrógeno en las bolsas;
- Ambas variedades sometidas a las distintas dosis de Peróxido de hidrógeno no han mostrado diferencias con respecto a las plantas testigo en ambos ensayos;
- En lo ensayo con las macetas, la variedad Primoris es la que mayor firmeza y °Brix tiene. Por el contrario, Fortuna ha mostrado mayor diámetro ecuatorial, esto es característico de la variedad;
- Con respecto a la vitamina C y acidez titulable analizada no ha habido diferencias entre variedades en lo ensayo con macetas;
- La aplicación del tratamiento con peróxido de hidrógeno no se manifiesta en una mayor calidad en las plantas sometidas a dicho tratamiento en lo ensayo con bolsas;
- Las diferencias positivas mostradas en cuanto a peso medio y °Brix están determinadas por la variedad, por lo que es una característica de esta. Por tanto, la variable que más influye en los parámetros asociados a la calidad es la variedad, en lo ensayo con bolsas.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abad, M., Noguera, P., Noguera V., Roig, A., Cegarra, J. y Paredes, C. Reciclado de residuos orgánicos y su aprovechamiento como sustratos de cultivo. *Acta Hortic.* 19:92-109. 1997.

Abad, M., Noguera, P., y Carrión, C. Los sustratos en los cultivos sin suelo. En: M. Urrestarazu, editor, *Tratado de cultivo sin suelo*. 3ª edición. Ed. Mundi Prensa, Almería, ESP. p. 113-158. 2004.

Acuña, R., Bonachela, S., y Magán, J. Respuesta de un cultivo de pimiento en sustrato de perlita a la mejora de la oxigenación del medio radicular. *Acta Hortic.* 46:91-95. 2006.

Alcayde, G. Evaluación de la respuesta productiva y cualitativa de un cultivo de melón cv. Vulcano, cultivado en distintos sustratos de lana de roca y baja distintas construcciones de oxígeno disuelto en el agua de riego. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Almería, España. 2009.

Ansorena, M. Sustratos, propiedades y caracterización. Editorial Mundi-Prensa, Madrid, España. 1994.

Áreas de actuación Ingeniería y Tecnología Agroalimentaria. Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/registroservifapa/d48ac270-b013-4ff9-b8db-678256040557>.

Baldry M. G. C. The bactericidal, fungicidal and sporocidal properties of hydrogen peroxide and peracetic acid. *Journal of Applied Bacteriology* 54:417-423. 1982.

Barret-Lennard, E. The interaction between water logging and salinity in higher plants: causes, consequences and implications. *Plant Soil* 253:35-54. 2003.

Benavides-Mendoza A., Ramírez, H., Robledo-Torres, V. y Hernández Dávila, J. El efecto de tres fumigantes de suelo y dos cepas de bacterias sobre la productividad de fresa (*Fragaria x anannassa*). *International Journal of Experimental Botany* 2004:91-102. 2004.

Bhattarai, S., Su N., and Midmore D. Oxygenation unlocks yield potentials of crops in oxygen-limited soil environments. *Adv. Agron.* 88:313-377. 2005.

Bonachela Castaño, S., Rodrigo A. Acuña López, Magán Cañadas, J.J. Sustratos inertes. Caracterización física. Oxigenación de los sustratos. 2008.

Bonachela, S., Acuña, R., and Casas, J. Environmental factors and management practices controlling oxygen dynamics in agricultural irrigation ponds in a semiarid

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

mediterranean region: Implications for pond agricultural functions. *Water Res.* 41:1225-1234. 2007.

Bonachela, S., Vargas, J., and Acuña, R. Effect of increasing the dissolved oxygen in the nutrient solution to above-saturation levels in a greenhouse watermelon crop grown in perlite bags in a mediterranean area. *Acta Hort.* (ISHS) 697:25-32. 2005.

Brändle, R. Überflutung und Sauerstoffmangel. En: Brunold, Ch.; A., Rüegsegger y R. Brändle (eds.). *Streß bei Pflanzen*. Editorial UTB für Wissenschaft, Stuttgart. pp. 133-148. 1996.

Cánovas Martínez, F., Magán Cañadas, J.J. Técnicas de producción en cultivos protegidos. Tomo II. Cultivos sin suelo, 2003.

Capel-Pérez, N. 2011. Comportamiento de la lana de roja bajo distintas concentraciones de oxígeno y su efecto sobre la morfología de la planta en un cultivo de melón cv. Vulcano. Universidad de Almería. 2011.

Carazo-Gómez, N. Oxifertirrigación en cultivo sin suelo de rosa para flor cortada (*Rosa sp.*) y pimiento (*Capsicum annuum L.*): efectos en desarrollo y producción. Universitat de Lleida. Tesis doctoral. 2015.

Casierra-Posada Fanor y Vargas Yuber A. Crecimiento y producción de fruta en cultivares de fresa (*Fragaria sp.*) afectados por encharcamiento. *revista colombiana de ciencias hortícolas* - Vol. 1 - No.1 - pp. 21-32, 2007.

Castellanos, D. 2006. Aireación radical a bajo costo en sistemas de cultivo sin suelo con diferentes sustratos. Tesis doctoral, Universidad de Almería, España. 2006.

Cazorla, R. Respuesta de un cultivo de melón (*Cucumis melo cv. Vulcano*) en invernadero, cultivado sobre distintos tipos de lana de roca y bajo distintas condiciones de oxigenación en el agua de riego. Evaluación de la calidad de la producción y morfología. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería. 2010.

Cazorla-Díaz, M. Efectos sobre parámetros productivos y morfológicos en un cultivo de melón sobre diversas tablas de lana de roca con y sin oxigenación en riego. Proyecto fin de carrera. Universidad de Almería. 2011.

Chapman J. S. Characterizing bacterial resistance to preservatives and disinfectants. *International Biodeterioration and Biodegradation Journal* 41:241–245. 1998.

D'Emilio A., R. Mazzarella S. M. C. Porto and Cascone, G. Neural networks for predicting greenhouse thermal regimes during soil solarization. *Transactions of the ASABE* 55:1093-1103.2012.

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

Devaux, C., Baldet P., Joubès J., Dieuaide-Noubhani M., Just D., and Chevalier D. Physiological, biochemical and molecular analysis of sugar-starvation responses in tomato roots. *J. Exp. Bot.* 54:1143-1151. 2003.

Drew, M. Oxygen deficiency and root metabolism: Injury and acclimation under hypoxia and anoxia. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 48:223-250. 1997.

FAOSTAT <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC> (página web FAOSTAT, datos 2019).

García, M., Guzmán, M., Urrestarazu, M., Salas, M., y Escobar, I. Evaluación de diferentes parámetros en cultivo de perlita para distintas especies hortícolas en invernadero. *Acta Hortic.* 18:519-525. 1997.

Gil, M., Holcroft, D., Kader, A. Changes in strawberry anthocyanins and other polyphenols in response to carbon dioxide treatments. *J. Agric. Food Chem.* 45, 1662-1667. 1997.

Gislerod, H., and Kempton, R. The oxygen content of flowing nutrient solutions used for cucumber and tomato culture. *Sci. Hort.* 20:23-33. 1983.

Hernández-Lao, S. Estudio del comportamiento de distintos tipos de sustratos de lana de roca, en respuesta al aumento de oxígeno disuelto en la solución nutritiva respecto a la producción y calidad de un cultivo de tomate tipo "cherry pera". Universidad de Almería. 2013.

Horchani, F., Gallusci, P., Baldet, P., Cabasson, C., Maucourt, M., Rolin, D., Aschi-Smiti, S., and Raymond, P. Prolonged root hypoxia induces ammonium accumulation and decreases the nutritional quality of tomato fruits. *J. Plant Physiol.* 165:1352-1359. 2008.

Horchani, F., Khayati, H., Raymond, P., Brouquisse, R., and Aschi-Smiti, S. 2009. Contrasted effects of prolonged root hypoxia on tomato root and fruit (*Solanum lycopersicum*) metabolism. *J. Agron. Crop Sci.* 195:313-318. 2009

IFAPA. "Informe Técnico: Estimación de la Distribución Varietal en el Cultivo de Fresa en Huelva. Campaña 2019/2020". Participación IFAPA JOSE ANTONIO GOMEZ MORA JUAN JESUS MEDINA MINGUEZ LUIS MIRANDA ENAMORADO MARIA CARMEN SORIA NAVARRO. Centros Centro IFAPA de Huelva Centro IFAPA de Málaga.

Irving, L., Sheng, Y., Woolley, D., and Matthew, C. Physiological effects of waterlogging on two lucerne varieties grown under glasshouse conditions. *J. Agron. Crop Sci.* 193:345-356. 2007.

*Trabajo escrito en colaboración con las ingenieras agrícolas Cinta del Rocío Rodríguez Villadóniga y Cristina Moreno Batista.

- Karavina C. and Mandumbu, R. R. Phytoparasitic nematode management post-methyl bromide: where to for Zimbabwe? *International Journal of Agricultural Technology* 8:1141-1160. 2012.
- López Aranda, José Manuel. "La fresa de Huelva". Capítulo III. Consejería de Agricultura y Pesca, 2008. Junta de Andalucía. 2008.
- Lynette Morgan. La importancia del oxígeno en hidroponía. *Practical Hydroponics y Greenhouses* N° 52. 2001.
- Marfá, O. Física, hidrología y oxigenación en los sustratos para cultivos sin suelo. *Riegos y drenajes*, 101, 39-44. 1998.
- Marfá, O. La gestión del agua en la fertirrigación de sustratos en cultivos sin suelo. Ponencia 1 Congreso ibérico de fertirrigación. S.E.C.H. Murcia. 1997.
- Marfá, O., Cáceres, R. y Guri, S. Oxyfertigation: a new technique for soilless culture under mediterranean conditions. *Acta Hort.*, 697: 65-72. 2005.
- Marfa, O., y Gurí, S. Física de sustratos y oxigenación del medio radicular. En: cultivo sin suelo II: Curso superior de especialización. Coord. por M. Fernández; Cuadrado, I. IFAPA y Caja Rural de Almería, Almería, ESP. p. 93-106. 1999.
- Mitideri M., Brambilla, V., Saliva, V., Piris, E., Celié, R., Pereyra, C., Del Pardo, K., Chaves, E. y González, J. Efecto de distintas secuencias de tratamientos de biofumigación sobre parámetros fisicoquímicos y biológicos del suelo, el rendimiento y la salinidad y cultivos de tomate y lechuga bajo cubierta. *Horticultura Argentina* 28:5-17. 2009.
- Morgan, L. Effect of dissolved oxygen in the root zone on plant growth and development. 2002.
- Orihuela, D.L.; Hernández, J.C.; Tornos, P. Influencia del peróxido de hidrógeno (H₂O₂) sobre el nivel de clorofila en pimiento italiano (*Capsicum annuum* L.). 2012.
- Pezeshki, S. Wetland plant responses to soil flooding. *Environ. Exp. Bot.* 46:299-312. 2001.
- Pivot, T., Reist, A., Gilliost, J., and Ryser, J. Water quality, climat environment and mineral of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in closed soilless cropping system. *Acta Hortic.* 458:207-214. 1998.
- Raffo, L. Empleo de compuestos equilibrados de ácido peracético y peróxido de hidrógeno como desinfectantes de alto nivel y esterilizantes líquidos. Lehigh University – USA. Senior Biochemistry Investigator-AOAC International, USA. 2000.

- Raviv, M., Wallach, R. y Blom, T.J. The effect of physical properties of soilless media on plant performance. A review. *Acta Hort.*, 644: 251-259. 2004.
- Soto-Bravo Freddy. Oxifertirrigación química mediante riego en tomate hidropónico cultivado en invernadero. 2015.
- Stiepniewski, W., and Przywara, Y.G. The influence of soil oxygen availability on yield and nutrient uptake (N, P, K, Ca, Mg, Na) by winter rye (*Secale cereale*). *Plant Soil* 143:267-274. 1992.
- Taiz, L. y Zeiger E. *Physiologie der Pflanzen*. Editorial Spectrum, Heidelberg. pp. 285-322.
- Larcher, W. 2001. *Ökophysiologie der Pflanzen*. Sexta edición. Editorial Eugen Ulmer, Stuttgart. pp. 324-328. 2000.
- Urrestarazu, M. Bases y sistemas de los cultivos sin suelo. En: M. Urrestarazu, editor, *Tratado internacional de cultivo sin suelo*. Ed. Mundi Prensa, Almería, ESP. p. 3-48. 2004.
- Urrestarazu, M., and Mazuela P. Effect of slow-release oxygen supply by fertigation on horticultural crops under soilless culture. *Sci. Hort.* 106:484-490. 2005.
- Vargas, J.A. Uso de la oxifertirrigación en un cultivo en Sandía en sustrato de perlita en un invernadero de El Ejido (Almería). Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería. Pp. 50 – 78. 2001.
- Vartapetian, B., and Jackson, Y. Plant adaptations to anaerobic stress. *Ann. Bot.* 79:3-20. 1997.
- Vines J. R. L., Jenkins, P. D., Foyer, C. H., French, M. S. and Scott, I. M. Physiological effects of peracetic acid on hidroponic tomato plants. *Annals of Applied Biology* 143:153-159. 2003.
- Zhi, K., Hu, W.H., Dong, D.K., Zhou, Y.H., and Yu, J.Q. Low O₂ supply is involved in the poor growth in rootrestricted plants of tomato (*Solanum lycopersicum*). *Environ. Exp. Bot.* 61:181-189. 2007.