

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**CONCENTRAÇÃO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA EM
SISTEMA FECHADO COM SUBSTRATO NA
PRODUÇÃO DE PONTAS DE ESTOLÕES DE
MORANGUEIRO E MAÇOS DE SALSA E CEBOLINHA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Odair José Schmitt

Santa Maria, RS, Brasil

2013

**CONCENTRAÇÃO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA EM SISTEMA
FECHADO COM SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE PONTAS
DE ESTOLÕES DE MORANGUEIRO E MAÇOS DE SALSA E
CEBOLINHA**

Odair José Schmitt

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**.

Orientador: Prof. Jerônimo Luiz Andriolo

Santa Maria, RS, Brasil

2013

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Schmitt, Odair José

Concentração da solução nutritiva em sistema fechado com substrato na produção de pontas de estolões de morangueiro e maços de salsa e cebolinha / Odair José Schmitt.-2013.

81 p.; 30cm

Orientador: Jerônimo Luiz Andriolo

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2013

1. Fragaria x ananassa 2. Petroselinum crispum 3. Allium fistulosum 4. condutividade elétrica I. Andriolo, Jerônimo Luiz II. Título.

© 2013

Todos os direitos autorais reservados a Odair José Schmitt. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço: Avenida Jacob Reinaldo Haupenthal, nº 2930, Bairro Área Industrial II, Cerro Largo, RS. CEP: 97900-000

Endereço eletrônico: odairschmitt@yahoo.com.br

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado**

**CONCENTRAÇÃO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA EM SISTEMA
FECHADO COM SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE PONTAS
DE ESTOLÕES DE MORANGUEIRO E MAÇOS DE SALSA E
CEBOLINHA**

elaborada por
Odair José Schmitt

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Jerônimo Luiz Andriolo, Dr.
(Presidente/Orientador)

Denise Schmidt, Dr^a. (UFSM)

Roberta Marins Nogueira Peil, Dr^a. (UFPEl)

Santa Maria, 30 de julho de 2013.

*“A todos que de uma ou de
outra forma são meus incentivadores
e ao colega de graduação e mestrado
Bruno Kraulich (in memoriam) que
infelizmente não pode concluir esta
etapa. **Dedico**”!*

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação é resultado de vários anos de dedicação, esforço e aprendizado, que agora encerra mais uma etapa da minha formação pessoal e profissional, unindo-se aos anos de educação básica, profissionalizante e superior. Durante esta longa jornada, a amizade, a paciência, o apoio e o carinho foram fundamentais, por isso agradeço àquelas pessoas que fazem parte da minha trajetória, por suas contribuições.

Agradeço aos meus pais Silfredo e Lúcia por todo amor, apoio e carinho recebido. À minha irmã Cleumara e ao Márcio, os quais sempre me incentivaram a estudar e me apresentaram à UFSM, e assim, despertaram em mim a vontade de nela estudar. À Tatiane, pelo seu imenso amor, companheirismo e por compartilhar mutuamente as angústias de pós-graduandos. Aos amigos, dentre os quais se incluem os colegas de graduação, pós-graduação e colegas de apartamento, os quais foram parceiros nas jornadas de estudos, nas risadas, no chimarrão (verde), no RU e também no trabalho.

À Universidade Federal de Santa Maria, à qual sou muito grato pelas oportunidades de formação e ensinamentos, sendo ela um exemplo de instituição de ensino, pesquisa e extensão, referência em diversas áreas do conhecimento. Não posso e jamais me esquecerei da sua assistência estudantil, auxílio moradia (CEU II) e alimentação (RU) que tornaram possíveis a minha caminhada em busca da formação profissional.

Agradeço a todos os professores que fazem parte da minha trajetória, responsáveis por despertar em mim a busca de conhecimentos e formação, especialmente ao professor e orientador Jerônimo, o qual, além de me orientar na pesquisa desde o início da graduação e durante o mestrado, se tornou um amigo e talvez meu segundo pai, pois sempre se mostrou preocupado e soube me entender nos momentos em que estive afastado por problemas de saúde, ou perante angústias e incertezas que eu lhe apresentava, tentando sempre me acalmar e mostrando caminhos para a solução.

Agradeço a todos os integrantes do grupo de pesquisa em Olericultura, corresponsáveis pela instalação e condução de experimentos e pelas pesquisas realizadas. Sem eles, essas seriam impossíveis! **Muito obrigado a todos!**

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

CONCENTRAÇÃO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA EM SISTEMA FECHADO COM SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE PONTAS DE ESTOLÕES DE MORANGUEIRO E MAÇOS DE SALSA E CEBOLINHA

AUTOR: ODAIR JOSÉ SCHMITT

ORIENTADOR: JERÔNIMO LUIZ ANDRIOLO

Local e Data da Defesa: Santa Maria, 30 de julho de 2013.

O objetivo deste trabalho foi determinar critérios de manejo da solução nutritiva na produção de pontas de estolões para a produção de mudas de morangueiro e de salsa e cebolinha para produção de maços comerciais mistos. Dois experimentos foram realizados no Departamento de Fitotecnia da UFSM em dispositivos formados por bancadas de 0,8 m de altura com vasos de polipropileno de 2,5 dm³ preenchidos com areia e fertirrigados por fitas gotejadoras. O primeiro experimento foi realizado no período de 13 de outubro de 2011 a 10 de abril de 2012, com plantas matrizes de morangueiro das cultivares Camino Real e Oso Grande. As plantas foram fertirrigadas com cinco condutividades elétricas, 0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2,0 dS m⁻¹, respectivamente, em esquema fatorial (5 x 2) e delineamento inteiramente casualizado. As pontas de estolões emitidas pelas plantas matrizes foram coletadas semanalmente e contadas, sendo descartadas aquelas necrosadas. Foram determinados o número de folhas, o diâmetro de coroa e a massa seca. Pontas de estolões oriundas das plantas matrizes de cada tratamento foram enraizadas em bandejas de poliestireno para produção de mudas com torrão. Aos 40 dias após o enraizamento, foi determinada a taxa de formação de mudas e o diâmetro de coroa, número de folhas expandidas e massa seca da parte aérea e raízes dessas mudas. Ao final do experimento, foram coletadas também plantas matrizes de cada tratamento para determinação da massa seca dos diferentes órgãos. O segundo experimento foi realizado de 12 de setembro a 22 de outubro de 2012, no qual foram comparadas cinco condutividades elétricas, 0,5; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 dS m⁻¹, respectivamente, e oito arranjos de cultivo. Os arranjos foram formados pelo plantio lado a lado em cada vaso de mudas de salsa e de cebolinha provenientes de um alvéolo das bandejas comerciais (1S+1C); de dois alvéolos de salsa e um alvéolo de cebolinha (2S+1C); de um de salsa e dois de cebolinha (1S+2C); de dois de salsa e dois de cebolinha (2S+2C) e quatro sistemas de cultivos solteiros considerados testemunhas: mudas de um alvéolo de salsa (1S) e um de cebolinha (1C) e dois de salsa (2S) e dois de cebolinha (2C) por vaso. Foi empregado um esquema fatorial (5 x 8) em delineamento DIC. No final do experimento, as plantas de cada uma das duas espécies foram separadas e foi determinada a massa verde (MVPA) e seca (MSPA) da parte aérea. Concluiu-se que condutividades elétricas da solução nutritiva entre 0,8 e 1,1 dS m⁻¹ possibilitam maior produção de pontas de estolões de morangueiro e formação de mudas com torrão. No cultivo consorciado de salsa e cebolinha, é possível o uso de uma mesma solução nutritiva com 2,0 dS m⁻¹ para a formação de maços mistos, podendo a mesma solução ser empregada também no cultivo da salsa solteira. No cultivo solteiro de cebolinha, a C.E de 1,6 dS m⁻¹ deve ser empregada.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*, *Petroselinum crispum*, *Allium fistulosum*, condutividade elétrica.

ABSTRACT

Master's Thesis
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

CONCENTRATION OF THE NUTRIENT SOLUTION IN CLOSED SUBSTRATE SYSTEM FOR PRODUCTION OF STRAWBERRY RUNNER TIPS AND PARSLEY AND CHIVES BUNCHES

AUTHOR: ODAIR JOSÉ SCHMITT
ADVISOR: JERÔNIMO LUIZ ANDRIOLO
Place and Date: Santa Maria, 30th July, 2013.

The aim of this work was to determine criteria for management of nutrient solution in the production of runner tips for producing strawberry plug plants and parsley and chives for commercial mixed bunches. Two experiments were carried out at Departamento de Fitotecnia-UFSM using 2.5 dm³ polypropylene pots filled with sand, placed over 0.8m high benches and fertigated by drippers. The first experiment was conducted from 13 October 2011 to 10 April 2012, using strawberry mother plants cv. Camino Real and Oso Grande. Plants were fertigated by five electrical conductivities, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6 and 2.0 dS m⁻¹, respectively, in a (5 x 2) completely randomized factorial experimental design. Runner tips emitted by mother plants were collected weekly and counted, being discarded those necrotic. It was determined the number of leaves, crown diameter and dry mass. Runner tips from mother plants of each treatment were rooted in polystyrene trays for plug plants production. Forty five days later, crown diameter, number of expanded leaves and shoot and root dry weight of plug plants were determined. At the end of the experiment, mother plants of each treatment were also collected for dry mass determination of plant organs. The second experiment was conducted from September 12 to October 22, 2012, comparing five electrical conductivities of the nutrient solution, 0.5; 1.5; 2.0; 2.5 and 3.0 dS m⁻¹, respectively, and eight cropping arrays. The arrays were formed by planting side by side in each pot transplants of parsley and chives from one cell of the commercial tray (1S+1C), from two cells of parsley and one of chives (2S+1C), one of parsley and two of chives (1S+2C), two of parsley and two of chives (2S+2C) and four monocropping arrays as controls: seedlings from one cell tray of parsley (1S) and one of chives (1C) and two of parsley (2S) and two of chives (2C) per pot. It was used a (5 x 8) completely randomized factorial experimental design. At the end of the experiment, plants of both species were harvested, separated and fresh (MVPA) and dry mass (MSPA) of shoot were determined. It was concluded that electrical conductivities of the nutritive solution in the range between 0.8 and 1.1 dS m⁻¹ for growing strawberry mother plants lead to higher runner tips and plug plants production. Intercropped parsley and chives can be grown using the same nutrient solution at 2.0 dS m⁻¹ for the commercial production of mixed bunches, while an electrical conductivity of 1.6 dS m⁻¹ can be used for monocropped chives production.

Key words: *Fragaria x ananassa*, *Petroselinum crispum*, *Allium fistulosum*, electrical conductivity.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

- Figura 1 - Planta matriz com pontas de estolões viáveis (A); pontas de estolões necrosadas (B) e mudas com torrão (C) produzidas a partir de plantas matrizes de morangueiro das Oso Grande e Camino Real cultivadas sob cinco condutividades elétricas da solução nutritiva (0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2,0 dS m⁻¹). Santa Maria, UFSM, 2012.40
- Figura 2 - Vista da área ao final do período experimental (A); planta matriz da cultivar Oso Grande cultivada na C.E 0,4 dS m⁻¹ (B) e planta matriz da cultivar Oso Grande cultivada na C.E 2,0 dS m⁻¹ (C). Santa Maria, UFSM, 2012.41
- Figura 3 - Número de pontas de estolões produzidas (A); necrosadas (B) e viáveis (C) de plantas matrizes de morangueiro das cultivares Oso Grande e Camino Real cultivadas sob cinco condutividades elétricas da solução nutritiva (0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2,0 dS m⁻¹). Santa Maria, UFSM, 2012.42
- Figura 4 - Valores médios de massa seca de parte aérea e raízes (A); diâmetro de coroa (B) e porcentagem de formação de mudas com torrão (C), produzidas a partir de pontas de estolões, coletadas de plantas matrizes de morangueiro das cultivares Oso Grande e Camino Real cultivadas sob cinco condutividades elétricas da solução nutritiva (0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2,0 dS m⁻¹). Santa Maria, UFSM, 2012.43
- Figura 5 - Massa seca de parte aérea e raízes (A); índice de área foliar (IAF) (B) e área foliar específica (AFE) (C) de plantas matrizes de morangueiro das cultivares Oso Grande e Camino Real cultivadas sob cinco condutividades elétricas da solução nutritiva (0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2,0 dS m⁻¹). Santa Maria, UFSM, 2012.44

ARTIGO 2

- Figura 1 - Vista do sistema de cultivo de salsa e cebolinha fora do solo aos 35 dias após o plantio. Santa Maria-RS, UFSM, 2012.60
- Figura 2 - Ilustração dos sistemas de cultivo consorciados (1S+1C; 2S+1C; 1S+2C; 2S+2C) e solteiros (1S; 1C; 2S; 2C) de salsa e cebolinha logo após o plantio, empregados no experimento em cinco condutividades elétricas da solução nutritiva (0,5; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 dS m⁻¹). Santa Maria-RS, UFSM, 2012.61
- Figura 3 - Massa verde de parte aérea (MVPA) de salsa e cebolinha nos sistemas de cultivo solteiros e testemunhas (1S; 1C; 2S e 2C) (A), MVPA de plantas cultivadas em sistemas de consórcio (1S+1C; 2S+1C; 1S+2C; 2S+2C), salsa (B) e cebolinha (C), em cinco concentrações da solução nutritiva (0,5; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 dS m⁻¹). Santa Maria-RS, UFSM, 2012.62
- Figura 4 - Massa verde de parte aérea de salsa e cebolinha (A) e massa verde total de parte aérea de salsa e cebolinha (B) de plantas cultivadas em solução nutritiva com condutividade elétrica de 2,0 dS m⁻¹, consorciadas sob quatro combinações (1S+1C; 2S+1C; 1S+2C; 2S+2C) e quatro cultivos solteiros (1S/1C; 2S/2C). Santa Maria-RS, UFSM, 2012.63
- Figura 5 - Massa seca de parte aérea de salsa e cebolinha (A) e massa seca total de parte aérea de salsa e cebolinha (B) de plantas cultivadas em solução nutritiva com condutividade elétrica de 2,0 dS m⁻¹, consorciadas sob quatro combinações e quatro cultivos solteiros (1S/1C; 2S/2C). Santa Maria-RS, UFSM, 2012.64

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
Cultivo em ambiente protegido.....	12
Cultivo Fora do Solo	13
Solução nutritiva	14
Cultura do Morangueiro.....	16
Cultura da Salsa	19
Cultura da Cebolinha	21
Cultivo consorciado de hortaliças.....	22
ARTIGO 1 - CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA NA PRODUÇÃO DE PONTAS DE ESTOLÕES DE MORANGUEIRO EM SISTEMA DE CULTIVO FECHADO COM SUBSTRATO	24
Resumo	24
Abstract.....	25
Introdução.....	25
Material e métodos.....	27
Resultados e discussão	31
Conclusão	36
Agradecimentos	36
Referências bibliográficas.....	37
ARTIGO 2 - CONSÓRCIO DE SALSA E CEBOLINHA PARA PRODUÇÃO DE MAÇOS MISTOS DE CHEIRO-VERDE EM SISTEMA FECHADO COM SUBSTRATO	45
Resumo	45
Abstract.....	46
Introdução.....	46
Material e métodos.....	49
Resultados e discussão	52
Conclusão	56
Agradecimentos	56
Referências bibliográficas.....	57
DISCUSSÃO	65
CONCLUSÃO	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

INTRODUÇÃO

Sistemas de cultivo em ambiente protegido e fora do solo vêm sendo usados em números crescentes na olericultura brasileira (FIGUEIREDO, 2011). Esses proporcionam uma produção mais regular, menos dependente das condições ambientais, redução dos problemas fitossanitários e dos custos com consumo de agrotóxicos (FILGUEIRA, 2008).

No cultivo fora do solo, vários aspectos devem ser considerados, dentre os quais o conhecimento das exigências nutricionais da cultura e as características da solução nutritiva a ser empregada (ANDRIOLO, 1999; REZENDE et al., 2007), devido à nutrição das plantas depender predominantemente dos nutrientes disponibilizados via solução nutritiva, que deve suprir a demanda da cultura. Portanto, as características da solução nutritiva, tais como o equilíbrio iônico e sua concentração, devem ser ajustadas de acordo com a cultura e o ambiente de cultivo (ANDRIOLO, 1999; RODRIGUES, 2002), para evitar antagonismos entre íons nutrientes, indisponibilização de nutrientes, deficiência de água associado ao estresse salino, os quais resultam em redução do crescimento de plantas e danos ao produto comercial das culturas (ANDRIOLO, 1999; 2002).

A condutividade elétrica (C.E) indica de forma indireta a concentração de sais na solução nutritiva, é proporcional ao potencial osmótico da solução, influenciando, assim, a absorção de água e nutrientes pelas plantas (COSTA et al., 2001). A C.E é mundialmente empregada no manejo das soluções nutritivas em sistemas fora do solo devido à sua praticidade e frente à indisponibilidade de metodologias acessíveis de determinação da concentração de cada nutriente. Estudos regionalizados quanto a C.E a ser empregada nos cultivos das diferentes espécies são necessários para evitar erros que comprometam a produção das culturas e sua qualidade em determinadas épocas e/ou locais em cultivos fora do solo (REZENDE et al., 2007).

O conhecimento dos aspectos relacionados à nutrição das culturas nos sistemas de cultivo fora do solo já existentes, bem como o surgimento de novos sistemas de cultivo e/ou adaptações aos atuais são fundamentais para o setor olerícola. Na produção comercial brasileira de mudas de morangueiro, mudanças estão ocorrendo, entre as quais está a adoção de sistemas de produção fora do solo (ANTUNES; COCCO, 2012), impulsionada por pesquisas já realizadas, que

definiram como promissora a adoção do cultivo e produção de mudas do morangueiro fora do solo (GIMÉNEZ et al., 2008; GIMÉNEZ et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2010; COCCO et al., 2010; SCHMITT et al., 2012). Porém, no Brasil, não foram encontradas informações quanto à condutividade elétrica a ser empregada no cultivo de plantas matrizes de morangueiro, objetivando a produção e qualidade de pontas de estolões para posterior produção de mudas nesses sistemas.

A salsa e a cebolinha são condimentos tradicionais da culinária brasileira. No entanto, pesquisas com estas culturas não são freqüentes. Embora comercializadas predominantemente na forma de maços mistos das duas espécies, popularmente conhecidos como cheiro-verde, a salsa e a cebolinha são cultivadas separadas, predominantemente em sistemas convencionais a campo (FILGUEIRA, 2008; SEBRAE, 2011), e também em cultivos fora do solo (NFT), (SANTOS, 2002; LUZ et al., 2012). Portanto, a formação de maços mistos ocorre após o corte e seleção, em que são retiradas as folhas secas e senescentes, sendo esta operação demorada e onerosa ao produtor, por despender tempo e mão de obra.

O consumo de plantas com elevadas concentrações de nitrato acumulado em seus órgãos oferece riscos à saúde humana, contribuindo com o surgimento de câncer gastrointestinal (SANTAMARIA, 2006). O cultivo de plantas empregando soluções nutritivas pouco concentradas tem fundamental importância para a saúde humana, diante de resultados da literatura que demonstram que níveis elevados de nitrato em plantas de salsa apresentam relação direta com a concentração da solução e a disponibilidade de N (PETROPOULOS et al., 2008; MANSUROGLU et al., (2011). Não foram encontradas, na literatura, informações do cultivo consorciado de salsa e cebolinha que possibilite a formação de maços mistos no momento do corte, bem como, a condutividade elétrica a ser empregada neste sistema utilizando uma solução nutritiva de baixa disponibilidade de N.

A partir dessas observações, o objetivo geral foi determinar critérios de manejo da solução nutritiva em sistema de cultivo fechado com substrato na produção de pontas de estolões para a produção de mudas de morangueiro e de salsa e cebolinha para a produção de maços comerciais mistos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Cultivo em ambiente protegido

Condições ambientais que favoreçam o desenvolvimento e a produção de plantas são fundamentais. A radiação solar, a temperatura, a umidade do ar e do solo desempenham um duplo papel no crescimento das plantas, podendo favorecê-lo ou não. Ter a disponibilidade destes fatores ajustada à necessidade das culturas é de extrema importância. Para tanto, a utilização de um ambiente protegido, em muitos casos, se torna fundamental (ANDRIOLO, 1999; SANTOS, 2010).

O cultivo protegido é caracterizado por uma estrutura implantada para fins de adequação da disponibilidade dos fatores meteorológicos essenciais às plantas (radiação solar, temperatura, umidade do ar e do solo) e para prover proteção em casos de possíveis danos diretos nas plantas (granizo, chuva, vento, geada, etc.) (ANDRIOLO, 2002; VIDA et al., 2004).

O sistema de cultivo protegido torna a exploração comercial e o cultivo de espécies possíveis em locais e épocas em que o cultivo tradicional a campo sem proteção era inviável (PURQUERIO e TIVELLI, 2006). É extremamente importante frente às diferenças climáticas entre épocas e regiões brasileiras, pois permite cultivos durante todo o ano, minimizando a sazonalidade da oferta e preços e proporcionando a obtenção de melhor remuneração pela produção, devido à comercialização ocorrer em um período com menores ofertas e melhores preços. Além destas vantagens, podem ser destacados a precocidade da produção, o aumento da produtividade e, a economia de fertilizantes e defensivos (VÁSQUEZ et al., 2005; PURQUERIO, 2007).

O emprego da técnica de cultivo protegido na produção vegetal tem os primeiros registros no Brasil na década de 1960. Torna-se mais usual no início da década de 90, quando passa a ser amplamente difundida (GRANDE et al., 2003). No Brasil, atualmente, estima-se que sejam 17 mil hectares deste tipo de cultivo em ambiente protegido, abrangendo estufas e túneis. Acrescentando-se a esses dados, os nove mil hectares com cobertura de solo (*mulching*), pode-se estimar em 26 mil hectares a área com ambiente protegido (FIGUEIREDO, 2011), estando distribuída entre os três segmentos: floricultura, fruticultura e olericultura.

A olericultura é o segmento mais crescente quanto ao uso do cultivo protegido, devido ao número de culturas adaptadas aos cultivos em túneis altos ou baixos, às estufas ou telados de proteção ou sombreamento, além do mulching, que está sendo empregado mesmo em cultivos a campo aberto (REISSER JUNIOR; PEREIRA, 2008; FIGUEIREDO, 2011).

O emprego do cultivo protegido na olericultura pode ser uma excelente alternativa nas diversas regiões brasileiras, principalmente para agricultores familiares em pequenas áreas, por possibilitar alto valor econômico, em relação aos cultivos tradicionais. No entanto, o conhecimento das condições climáticas da região é fundamental para determinar a real necessidade do ambiente protegido, sendo determinante para o manejo das estruturas e das culturas do ambiente protegido (REISSER JUNIOR; PEREIRA, 2008). A falta desse e do conhecimento técnico podem anular os benefícios propiciados pela técnica de cultivo e o sucesso da produção (MORAES; FURLANI, 1999).

Cultivo Fora do Solo

Os sistemas de cultivo denominados fora do solo são aqueles em que as plantas não estão diretamente em contato com o solo, ou seja, as raízes das plantas não extraem do solo a água e os nutrientes necessários para seu crescimento, os quais são fornecidos por meio de sistemas de irrigação e/ou fertirrigação (RESH, 2001).

O uso do termo hidroponia tem gerado muitas discussões. No entanto, este termo é empregado somente quando se refere à categoria de cultivo fora do solo em que o principal meio de cultivo é líquido (cultivo em água) ou quando o cultivo emprega substratos considerados inertes, ou seja, a nutrição das plantas depende unicamente dos nutrientes contidos na solução nutritiva (FAO, 1990). O NFT (*Nutritive Film Technique*) é o sistema hidropônico mais empregado no cultivo de folhosas no Brasil (BENINI et al., 2002; ANDRIOLO et al., 2004), também denominado de hidroponia estrita (HELBEL JUNIOR et al., 2008). Os métodos de cultivo realizados sem o uso direto do solo, mas empregando algum material sólido de origem orgânica como meio para o crescimento das raízes e, possivelmente, absorvendo algum nutriente liberado por esse meio, são denominados de cultivo em

substratos orgânicos naturais, sendo no Brasil comumente chamados de semi-hidropônicos (BORTOLLOZO et al., 2007; NASCIMENTO et al., 2011).

No Brasil, o cultivo em substratos é realizado por meio do uso de substratos inorgânicos ou orgânicos, inertes ou não, ou ainda, misturados entre si e até com solo (CARON et al., 2004). Segundo Andriolo (1999), o substrato deve permitir um bom desenvolvimento e atividade das raízes, sendo então necessário armazenar um volume de água que supra a necessidade da planta e permita a absorção de oxigênio pelo sistema radicular.

Os sistemas de cultivos fora do solo podem ainda ser classificados em abertos, nos quais a solução drenada é perdida; ou fechados, em que ocorre o recolhimento e reaproveitamento da solução drenada do substrato (VILLELA JUNIOR et al., 2003).

No Brasil, sistemas de cultivo fora do solo abertos e fechados são empregados, porém, o emprego de sistemas de cultivo fechados deve ser prioritário em relação aos abertos, a fim de reduzir os custos de produção e evitar a poluição ambiental, devido à drenagem e ao descarte da solução nutritiva (GIMÉNEZ et al., 2008; BRÉS, 2009). Em comparação aos sistemas de cultivo em água, a utilização de substratos favorece a aeração das raízes, especialmente sob altas temperaturas do ar (ANDRIOLO et al., 2006), e reduz o consumo de energia e o desgaste do sistema de bombeamento da solução nutritiva (GIMÉNEZ, 2007).

O cultivo fora do solo está comumente associado ao cultivo protegido em estufas ou túneis altos. No entanto, pode também ser realizado a campo, porém utilizando materiais de forma a evitar o contato das plantas com o solo, como os filmes de polietileno opaco, comumente empregados (HOCHMUTH; HOCHMUTH, 2009; LUNA et al., 2013).

Solução nutritiva

O sucesso do cultivo fora do solo, indiferentemente do sistema, depende do conhecimento das necessidades e dos aspectos nutricionais das espécies e do manejo de fertirrigação. O emprego de soluções nutritivas ajustadas de acordo com a necessidade das culturas e adaptadas às condições do ambiente de cultivo é fundamental (REZENDE et al., 2007).

Na literatura encontram-se descritas cerca de 300 formulações de solução nutritiva (HELBEL JUNIOR et al., 2008). Segundo Rodrigues (2002), inexistente a formulação ideal, devido à resposta das plantas estar relacionada a uma série de variáveis ambientais. A solução nutritiva, no entanto, deve fornecer todos os nutrientes minerais que as raízes das plantas buscam (ANDRIOLO, 2002).

A elaboração das soluções nutritivas ocorre a partir dos sais fertilizantes minerais hidrossolúveis, os quais trazem em sua composição elementos conhecidos como nutrientes, que, ao entrarem em contato com o solvente (água), são solubilizados e liberados, formando uma solução então denominada de solução nutritiva (RESH, 2001). Segundo Andriolo (1999), a solução nutritiva apresenta várias propriedades, no entanto, três são as mais comumente empregadas em seu manejo: o equilíbrio iônico, o pH e a condutividade elétrica (C.E).

O equilíbrio iônico é fundamental, pois a proporcionalidade dos íons componentes da solução contribui para a absorção radicular e evita antagonismos entre eles. Para a cultura do tomateiro, deficiências de cálcio podem ocorrer devido a concentrações muito elevadas de potássio (ANDRIOLO, 1999). A correta proporção entre os nutrientes deve ser observada no momento do cálculo da solução a ser formulada.

O controle do pH de uma solução nutritiva é fundamental, pois pode afetar diretamente ou indiretamente a absorção de nutrientes pelas raízes (ANDRIOLO, 1999; RESH, 2001). Segundo Martinez (2002), o efeito direto ocorre sobre as membranas celulares das raízes, afetando sua integridade e permeabilidade, podendo haver perda de nutrientes já absorvidos, em soluções extremamente ácidas (pH inferiores a 4,0). Em soluções nutritivas com pH elevado, superior a 6,5, podem ocorrer precipitações do cálcio, fósforo, ferro e manganês, tornando-se conseqüentemente, indisponíveis às plantas.

A determinação da C.E, é usada para facilitar o manejo das soluções nutritivas, sendo uma medida que determina indiretamente a concentração de sais na solução nutritiva, por meio de sensores que emitem e captam a condução da corrente elétrica entre dois pontos (eletrodos) (NIELSEN, 1984). A C.E é mundialmente empregada, devido à inexistência de metodologias práticas e rápidas que determinam a concentração de cada nutriente. Segundo Costa et al., (2001) os valores de C.E são proporcionais ao potencial osmótico da solução, estando a absorção de água e nutrientes a ela relacionados.

As condutividades elétricas comumente utilizadas na horticultura encontram-se na faixa entre 1,5 e 4,0 dS m⁻¹ (CASTELLANE; ARAUJO, 1995; URRESTARAZU, 2004; MARTINEZ; SILVA FILHO, 2004). Os valores máximos de C.E considerados adequados da solução nutritiva relatados na literatura para algumas culturas são de 0,7 dS m⁻¹, para o feijão (PLAUT, 1997); de 2,0 a 2,6 dS m⁻¹, para alface (ANDRIOLO et al., 2005) e tomate (LI; STANGHELLINI, 2001; SONNEVELD, 2004); 1,0 dS m⁻¹, para produção de minitubérculos de batata (NOVELLA et al., 2008) e 1,6 dS m⁻¹ no cultivo de plantas matrizes de morangueiro (PARANJPE et al., 2003) e salsa e cebolinha (SANTOS, 2002; LUZ et al., 2012). Segundo estes autores, quando a C.E se apresentou superior às citadas, a produtividade das culturas foi prejudicada, porém várias contradições foram encontradas, podendo ser atribuídas a diferenças entre os sistemas e condições ambientais.

Rezende et al. (2007) destacam a importância de mais e melhores avaliações da C.E indicada para cada espécie, devido às grandes diferenças ambientais entre regiões brasileiras e também entre cultivares. Essas avaliações são importantes para evitar erros que comprometam a produção de algumas espécies em determinadas épocas e/ou locais em cultivos fora do solo.

Em sistemas fechados de cultivo fora do solo, variações na concentração da solução nutritiva ocorrem de acordo com a transpiração e absorção de água pelas plantas. Aumentos na C.E ocorrem rapidamente, quando a solução empregada já é inicialmente considerada concentrada (NOVELLA et al., 2008). A concentração de nutrientes da solução nutritiva influencia o crescimento das plantas, estando diretamente relacionada às condições ambientais, principalmente à temperatura e à demanda evaporativa da atmosfera. O crescimento das plantas pode ser reduzido na combinação entre alta concentração da solução nutritiva e elevada demanda evaporativa da atmosfera, possivelmente devido a reduções no crescimento radicular, restrição da absorção de água e de nutrientes minerais. (ANDRIOLO et al., 2009; SONNEVELD; VOOGT, 2009).

Cultura do Morangueiro

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch) é uma das espécies de pequenas frutas mais importante no mercado mundial. O Brasil contribui produzindo cerca de 105.000 toneladas da fruta por ano, com a produção concentrada nos

estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul, porém, sendo cultivado ainda nos estados do Espírito Santo, Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina e também no Distrito Federal (MADAIL, 2008; ANTUNES; COCCO, 2012).

O Brasil é o principal produtor de morangos da América do Sul com uma área próxima a 3.600 hectares, os quais geram uma demanda de cerca de 175 milhões de mudas. Desses, 50 milhões são importadas do Chile ou Argentina (ANTUNES; COCCO, 2012). Esse valor corresponde a cerca de 30% da demanda nacional. Segundo Oliveira et al. (2006) no Rio Grande do Sul, a importação representa 80% das mudas utilizadas, os quais definiram a produção de mudas de morangueiro no Rio Grande do Sul como incipiente. No entanto, a produção de mudas no Brasil é realizada predominantemente no solo, em viveiros sem registro no Ministério da Agricultura, sem serem atendidos os padrões mínimos de qualidade e sanidade (ANTUNES; COCCO, 2012).

No cultivo comercial, o morangueiro é considerado uma cultura anual, ou seja, a sua renovação ocorre anualmente, apesar de ser uma espécie perene. Devido à ocorrência e o acúmulo de problemas fitossanitários nas plantas durante o período de cultivo, normalmente, os produtores realizam anualmente a renovação da lavoura (SANTOS; MEDEIROS, 2003; GIMÉNEZ, 2008).

As mudas utilizadas são predominantemente de raízes nuas produzidas no solo, a partir de estolões emitidos pelas plantas matrizes oriundas da propagação *in vitro*. Essas plantas são isentas de agentes patogênicos, sendo um passo importante na produção de mudas com qualidade fisiológica e sanitária (CALVETE et al., 2002; GIMÉNEZ, 2008). As mudas matrizes são plantadas no início da primavera, sendo estimuladas a emitir estolões quando as condições ambientais apresentam temperaturas entre 20 e 26°C e fotoperíodos próximos a 14 horas (SONSTEBY, 1997). Plantas filhas são originadas a partir das gemas vegetativas presentes nos nós dos estolões, que, em contato com o solo, desenvolvem seu sistema radicular, tornando-se independentes (STRAND, 1994). No início do outono, as mudas originadas do enraizamento dos estolões no solo são arrancadas e uma parte do sistema radicular e da parte aérea é removida para posterior transplante nas lavouras de produção de frutos (SANTOS; MEDEIROS, 2003).

A produção comercial de mudas de morangueiro passa por transformações no sistema produtivo. A principal delas é a passagem da produção de mudas a campo para ambiente protegido e fora do solo. Devido à proibição do uso do

brometo de metila como desinfestante do solo, esta tecnologia foi rapidamente adotada por produtores europeus e norte-americanos (GIMÉNEZ et al., 2008). Dentre as vantagens oferecidas pelo cultivo sem solo pode estar o melhor controle da nutrição e redução da contaminação por patógenos. Os sistemas de cultivo que têm sido empregados apresentam inúmeras variações, no entanto, o que todos têm em comum é o uso de recipientes contendo substrato, os quais são suspensos ou isolados do solo por meio de mulching (DURNER et al., 2002; BISH et al., 2001).

Nos sistemas de produção em que os estolões não têm contato com o solo, as plantas filhas não enraízam. Por isso, as pontas dos estolões devem ser coletadas periodicamente e enraizadas em bandejas contendo substrato, formando as mudas com torrão. Esse tipo de muda apresenta vantagens em comparação com as tradicionais de raízes nuas, tais como diminuição da contaminação por patógenos radiculares, diminuição da utilização de defensivos, sistema radicular ativo e protegido, homogeneidade do estande de plantas, sendo produzidas no Brasil permitem o plantio na época recomendada e maior produtividade e precocidade de produção (TAKEDA e HOKANSON, 2003; HOCHMUTH et al., 2006; GIMÉNEZ et al., 2008; GIMÉNEZ et al., 2009). No entanto, para a produção de mudas por meio desse método, é necessária uma elevada produção de pontas de estolões em curto espaço de tempo, a fim de que seja possível atender a demanda de mudas pelos produtores, os quais renovam anualmente as lavouras no outono.

Sistemas de cultivo fora do solo foram utilizados em sua maior parte no âmbito da pesquisa, indicando que a produção de mudas fora do solo é promissora para as condições brasileiras (FERNANDEZ-JUNIOR et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2007; ANTUNES; COCCO, 2012). Em virtude da escassez de informações sobre a produção de mudas fora do solo, todas as etapas dessa atividade devem ser exploradas e calibradas no âmbito da pesquisa para estimular viveiristas a produzirem nesse sistema. Existem, na literatura, resultados de pesquisas realizadas no Brasil sobre a produção de frutos (ANDRIOLO, 2007; ANDRIOLO, et al., 2009; ANDRIOLO, et al., 2010; GODOI et al., 2009; PORTELA et al. 2012), mudas (GIMÉNEZ et al., 2008; GIMÉNEZ et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2010; COCCO et al., 2010; SCHMITT et al., 2012) e pontas de estolões (JANISH et al., 2012; DAL PICIO et al. 2012; DAL PICIO, 2013) de morangueiro fora do solo. Tais pesquisas evidenciam que, dentre os fatores determinantes do crescimento das

mudas matrizes nesse sistema, estão a composição e a concentração da solução nutritiva.

Para o cultivo do morangueiro fora do solo que objetiva a produção de frutos, diversas formulações de soluções nutritivas são encontradas na literatura. No Brasil, são comumente empregadas as soluções nutritivas descritas por Moraes e Furlani (1999) e de Furlani e Fernandes-Júnior (2004). A condutividade elétrica (C.E) das soluções nutritivas que favoreceram a produção e qualidade das frutas situou-se entre 1,4 e 1,8 dS m⁻¹ (LIETEN, 1998; PARANJPE et al., 2003), sendo a produtividade e o tamanho das frutas aumentados em valores abaixo de 1,4 dS m⁻¹ e uma maior qualidade de frutos observada em valores acima desse limite (LIETEN, 1998). Entretanto, os resultados de Andriolo et al. (2009) mostraram que, no sistema fechado de cultivo fora do solo empregando areia como substrato, na região Central do Rio Grande do Sul, quando a CE foi aumentada de 0,9 dS m⁻¹ para 3,7 dS m⁻¹, o crescimento vegetativo das plantas da cultivar Arazá destinadas à produção de frutos foi reduzido em 42%.

Nos Estados Unidos da América, PARANJPE et al. (2003) indicam a C.E de 1,6 dS m⁻¹ a ser empregada na fase de crescimento vegetativo das plantas matrizes e de produção de mudas de morangueiro em sistemas de cultivo fora do solo. No entanto, informações sobre a condutividade elétrica que favoreça a produção e a qualidade das pontas de estolões produzidas em sistemas de cultivo fora do solo, e especialmente em condições brasileiras, não foram encontradas.

Cultura da Salsa

A salsa ou salsinha (*Petroselinum crispum* L.) é uma espécie vegetal herbácea pertencente à família Apiaceae (FILGUEIRA, 2008). Seu cultivo ocorre para fins de uso como tempero e condimento no preparo de alimentos (RODRIGUES et al., 2008), devido ao sabor característico proporcionado pelo óleo essencial presente na planta, podendo tanto ser consumida de forma fresca ou seca (PETROPOULOS et al., 2006). É considerada também uma planta nutracêutica, por ser uma boa fonte de vitamina A, C, niacina, riboflavina, cálcio, ferro e fósforo (FACTOR et al., 2008).

O cultivo da salsa é indicado para regiões de clima ameno, com temperaturas entre 8 e 22°C. Temperaturas superiores ocasionam a indução floral e produção de

sementes, enquanto o crescimento e desenvolvimento das plantas são retardados sob temperaturas abaixo de 8°C. É uma cultura pouco exigente em fertilidade, preferindo solos areno-argilosos, ricos em matéria orgânica, bem drenados e com pH entre 5,5 e 6,8 (FILGUEIRA, 2008). No entanto, restrições de água podem provocar alterações fisiológicas relacionadas à fotossíntese e transpiração reduzindo o seu crescimento. Mesmo assim, ocorre uma compensação com o aumento na produção de óleo essencial por unidade de massa fresca (PETROPOULOS et al., 2008).

O cultivo é comumente realizado a campo e, quando se faz uso de irrigação, se faz por meio do sistema de aspersão. O cultivo e, principalmente, a colheita são prejudicados em períodos de muita chuva, devido à presença de detritos de solo aderidos junto a hastes e folhas, depreciando o valor comercial (SEBRAE, 2011).

Mudanças na demanda por hortaliças de maior qualidade, bem como a produção durante todo o ano, exigem a busca e o surgimento de novos sistemas de cultivo, proporcionando uma produção adaptada às distintas regiões e condições adversas do ambiente (CARRIJO et al., 2004). Neste sentido, Nohama et al. (2010) avaliaram a produção de diferentes cultivares de salsa a campo e sob sombreamento, verificando que, para se ter elevadas produções de salsa nas condições climáticas regionais de Cáceres-MT, é necessário usar a cultivar Lisa Preferida em telados com 40% de sombreamento.

O cultivo em ambiente protegido passou a ser recomendado em épocas de muitas chuvas ou de inverno extremamente rigoroso, que venham inviabilizar a produção da cultura da salsa em sistema convencional (SEBRAE, 2011). Pesquisas para avaliar a produção de salsa e de cebolinha empregando o sistema NFT também foram realizadas, verificando uma boa produção e adaptação dessas culturas ao sistema, a partir do emprego de soluções nutritivas com alta disponibilidade de nitrogênio em sua formulação e condutividade elétrica de 1,6 dS m⁻¹ (SANTOS, 2002; LUZ et al., 2012).

As cultivares de salsa são classificadas em grupos, de acordo com as características das folhas, em lisas, que são mais cultivadas no Brasil, e crespas. As cultivares mais plantadas no Brasil são, a Graúda Portuguesa, a Lisa Comum e a Lisa Preferida. A colheita é comumente iniciada entre 50 e 90 dias após a semeadura, quando as plantas atingirem cerca de 10 a 15 cm de altura (HEREDIA ZARATE et al., 2003; FILGUEIRA, 2008). A comercialização ocorre,

predominantemente, na forma *in natura*, em maços solteiros ou mistos com a cebolinha (FILGUEIRA, 2008). É uma espécie suscetível à ocorrência de pragas como lagartas, vaquinhas, pulgões e cochonilhas. As principais doenças verificadas são a esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary); septoriose (*Septoria petroselini* Desm.); mancha de Alternaria (*Alternaria sp*); mofo-cinza (*Botrytis cinerea* Pers) (SEBRAE, 2011).

Cultura da Cebolinha

A cebolinha (*Allium fistulosum* L.) é uma espécie de plantas herbáceas pertencente à família Alliaceae. No Brasil, é cultivada tanto para fins comerciais como em hortas domésticas, sendo empregada como tempero no preparo de inúmeros pratos (FILGUEIRA, 2008; SEBRAE, 2011), e comercializada predominantemente na forma *in natura* em maços solteiros ou mistos com salsa.

A planta é perene, com folhas cilíndricas, podendo atingir até 50 cm de altura. No entanto, seu ciclo cultural no cultivo comercial é rápido, possibilitando vários cortes por ano. Segundo Heredia Zarate et al. (2003), geralmente a colheita ocorre a partir de 50 dias pós plantio ou próximo a 90 dias após a semeadura, quando as folhas atingem no mínimo 20 cm de altura. As cultivares mais empregadas no cultivo comercial são Todo Ano, Futonegui e Hossonogui.

Após o primeiro corte, a rebrota da cebolinha é comumente aproveitada para novos cortes, podendo um cultivo ser explorado por até três anos, principalmente quando é conduzido em condições ambientais favoráveis (FILGUEIRA, 2008; HEREDIA ZARATE et al., 2010). Alguns produtores arrancam a planta inteira, conseguindo assim uma melhor remuneração, devido ao produto ser considerado de maior qualidade, justificando a renovação da cultura após cada colheita (FILGUEIRA, 2008). A qualidade e o aspecto visual da cebolinha no período entre a colheita e comercialização podem ser mantidos por meio da realização de uma irrigação momentos antes da colheita (SEBRAE, 2011).

A cultura da cebolinha suporta frios prolongados e também existem cultivares resistentes ao calor. Embora o plantio possa ser realizado em qualquer época do ano, a faixa de temperatura ideal para o cultivo situa-se entre 8 e 22°C, ou seja, em condições amenas, da mesma forma que a cultura da salsa. Portanto, o

perfilhamento é maior nos plantios de fevereiro a julho, nas regiões produtoras do Brasil (FILGUEIRA, 2008; HEREDIA ZARATE et al., 2010).

No cultivo a campo, Heredia Zarate et al. (2010) recomendam o uso da amontoa e da cobertura do solo com cama-de-frango para aumentar a produção e o rendimento da cultura. A cultura é suscetível ao ataque de vários patógenos, principalmente aqueles causadores do míldio (*Perenospora destructor* (Berk.)); queima das pontas (*Botrytis spp.*); ferrugem (*Puccinia allii* (D.C.) Rud.); tombamento (*Rhizoctonia solani* e outros fungos); mancha púrpura (*Alternaria porri*) (SEBRAE, 2011).

Cultivo consorciado de hortaliças

A consorciação de culturas pode ser entendida como o cultivo de duas ou mais espécies que apresentam diferenças quanto à arquitetura, aos ciclos, ao interesse comercial, realizado concomitantemente na mesma área e no mesmo período de tempo, mas não necessariamente semeadas ou plantadas ao mesmo momento (SULLIVAN, 2003).

O consórcio de plantas comumente é referenciado como uma estratégia na prática da olericultura agroecológica (SOUZA; REZENDE, 2003). É uma ferramenta que possibilita maior rendimento em comparação à(s) monocultura(s), atribuído ao efeito sinérgico ou compensatório entre as culturas, sem demandar grandes investimentos financeiros (MONTEZZANO; PEIL, 2006; REZENDE et al., 2003). Cultivos consorciados a campo, nos quais diferentes espécies de hortaliças são implantadas em fileiras alternadas, são comuns em pequenas áreas de produção e praticados estrategicamente para a maximização da produção por meio do uso intensivo dos recursos disponíveis nas unidades de produção, principalmente o solo (SULLIVAN, 2003; TEIXEIRA et al., 2005).

O planejamento de um consórcio exige um bom conhecimento das culturas, sendo que vários aspectos devem ser considerados para minimizar possíveis interações negativas, tais como: definição da cultura de maior interesse econômico; associação de espécies diferentes quanto às características morfológicas das folhas e raízes; diferentes ciclos; ocorrência de sinergismo ou competição e ainda as exigências de água e de nutrientes (SOUZA; REZENDE, 2003; TEIXEIRA et al., 2005). Nos cultivos consorciados, as plantas interagem buscando os fatores

necessários ao crescimento, podendo essa interação prejudicar drasticamente uma ou ambas as culturas de forma a inviabilizar a produção no cultivo consorciado. As principais formas de interações são a alelopatia e a competição. O processo no qual elementos ou compostos químicos são produzidos e liberados por uma planta em cultivo consorciado de forma a beneficiar ou prejudicar a outra espécie vegetal próxima é denominado de alelopatia (TEIXEIRA et al., 2005; OUMA; JERUTO, 2010). A competição ocorre entre plantas vizinhas na obtenção dos principais fatores de crescimento tais como água, luz e nutrientes (TEIXEIRA et al., 2005; SALGADO et al., 2006).

O cultivo consorciado é uma prática antiga na agricultura, quem tem sido empregada principalmente na produção de grãos e cereais (REZENDE et al., 1992; ALVARENGA et al., 1998; SULLIVAN, 2003). Pesquisas acerca do consórcio de hortaliças vêm sendo realizadas, objetivando gerar informações relacionadas à densidade e arranjo de plantas, épocas de cultivo, recomendações de adubação e interações entre espécies consorciadas (CECÍLIO FILHO; MAY, 2002; HEREDIA ZARATE et al., 2003; SOUZA e REZENDE, 2003; FERREIRA et al., 2011; MOTA, et al., 2012).

A avaliação da eficiência do consórcio em relação ao cultivo solteiro pode ser realizada por meio de várias metodologias, com destaque para duas. A principal e mais interessante para os maiores usuários do sistema (pequenos agricultores) é aquele proposto por Willey em 1979. Esse autor considera a quantidade de alimentos produzida por unidade de área no sistema de cultivo consorciado comparado ao cultivo solteiro. O segundo método é a análise econômica, na qual se avalia o lucro gerado pelo sistema (TEIXEIRA et al., 2005).

Avaliações de consórcio realizadas por meio dos métodos apresentados acima constam nos resultados de pesquisas realizadas no cultivo convencional a campo com as culturas da beterraba e alface (SOUZA; MACEDO, 2007), beterraba e coentro (GRANGEIRO et al., 2011) e brócolis e alface (OHSE et al., 2012), demonstrando e concluindo pela viabilidade destes consórcios. O cultivo consorciado de salsa e cebolinha em linhas intercalares também foi avaliado, com ganhos econômicos e maior eficiência de uso dos recursos produtivos, em comparação ao cultivo solteiro (HEREDIA ZARATE et al., 2003).

ARTIGO 1

Condutividade elétrica da solução nutritiva na produção de pontas de estolões de morangueiro em sistema de cultivo fechado com substrato

Odair José Schmitt¹; Jerônimo Luiz Andriolo²; Erani Schultz³; Maíne Alessandra Lerner³; Jéssica Maronez de Souza³; Miriane Dal Picio¹

RESUMO

O objetivo do trabalho foi determinar o efeito da condutividade elétrica da solução nutritiva no crescimento de plantas matrizes de morangueiro e na produção de pontas de estolões para produção de mudas. O experimento foi realizado no Departamento de Fitotecnia da UFSM no período de 13 de outubro de 2011 a 10 de abril de 2012, com mudas matrizes das cultivares Camino Real e Oso Grande oriundas da propagação *in vitro*. As plantas foram cultivadas em vasos com areia e fertirrigadas com solução nutritiva com cinco condutividades elétricas (C.E): 0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2,0 dS m⁻¹. As pontas de estolões foram coletadas semanalmente e contadas, sendo descartadas aquelas necrosadas. Foi determinado o número de folhas, diâmetro de coroa e massa seca. Uma amostra de pontas de estolões coletadas das plantas matrizes em cada tratamento foi enraizada em bandejas de poliestireno para determinação da taxa de formação de mudas com torrão, do diâmetro de coroa, do número de folhas expandidas e da massa seca da parte aérea e das raízes das mudas. Ao final do experimento, foram coletadas também plantas matrizes para determinação da massa seca dos diferentes órgãos. Concluiu-se que o crescimento das plantas matrizes é reduzido com o aumento da C.E e a produção de pontas de estolões e de mudas com torrão são maiores ao empregar-se a C.E da solução nutritiva na faixa entre 0,8 e 1,1 dS m⁻¹ na fertirrigação das plantas matrizes cultivadas em areia.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*, cultivo fora do solo, mudas com torrão.

¹ Programa de Pós-graduação em Agronomia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

² Departamento de Fitotecnia, CCR. Av. Roraima, 1000, Campus Universitário. CEP 97105-900 Santa Maria, RS, Brasil. andriolo@smail.ufsm.br. *Autor para correspondência.

³ Alunos de graduação em Agronomia da UFSM.

ABSTRACT

Electrical conductivity of the nutrient solution in the production of strawberry runner tips in a closed substrate growing system

The objective of this research was to determine the effects of electrical conductivity of the nutrient solution on growth of strawberry stock plants and on production of runner tips for plug transplants. The experiment was carried out at Departamento de Fitotecnia - UFSM, in the period from 13 October 2011 to 10 April 2012, using stock plants of Camino Real and Oso Grande cultivars from *in vitro* propagation. Plants were grown in pots with sand and fertigated with a nutrient solution at electrical conductivities of 0.4, 0.8, 1.2, 1.6 and 2.0 dS m⁻¹. Runner tips were collected weekly and counted, those necrotic being discarded. Number of leaves, crown diameter and dry mass were determined. A sample of runner tips from plants of all treatments were rooted in polystyrene trays to determine the rate of plug transplant formation, crown diameter, number of expanded leaves, shoot and root dry mass of transplants. At the end of the experiment stock plants were also collected for dry mass determination of plant organs. It was concluded that growth of stock plants and runner tip production of both runner tips and plug transplants are higher using a nutrient solution at electrical conductivities between 0.8 to 1.1 dS m⁻¹ in the fertigation of stock plants.

Keywords: *Fragaria x ananassa*, soilless culture, plug plants.

INTRODUÇÃO

Sistemas de cultivo fora do solo são recomendados e amplamente usados na produção de mudas com torrão na Europa e Estados Unidos (BISH et al., 2001; DURNER et al., 2002; ARMEFLHOR, 2006). Na região Sul do Brasil, essa prática surge como alternativa à importação de mudas do Chile e Argentina, permitindo uma produção de mudas com alta qualidade, baixa infestação por patógenos e plantio na época adequada, proporcionando, assim, um aumento na produção precoce de frutos (GIMÉNEZ et al., 2008; JANISCH et al., 2012).

Na produção de mudas com torrão em sistemas de cultivo fora do solo é necessário um grande número de pontas de estolões viáveis (SCHMITT et al.,

2012), sendo cada ponta de estolão formadora de uma única muda, diferentemente dos sistemas de produção de mudas de raízes nuas, em que um estolão emitido e enraizado origina várias mudas.

A produção de pontas de estolões de morangueiro em sistemas de cultivo fora do solo utilizando substratos está relacionada com a cultivar, as condições ambientais, a composição e características da solução nutritiva empregada (DURNER et al., 2002; JANISCH et al., 2012). A solução nutritiva deverá fornecer todos os nutrientes de forma equilibrada e necessária para o bom crescimento e desenvolvimento da planta matriz, possibilitando a máxima emissão de pontas de estolões, sem comprometer sua qualidade fisiológica e viabilidade para o enraizamento.

O crescimento das plantas é influenciado pela concentração de nutrientes da solução nutritiva, relacionado com as condições ambientais, principalmente a temperatura e a demanda evaporativa da atmosfera. O crescimento das plantas pode ser reduzido com a alta concentração da solução nutritiva e a elevada demanda evaporativa da atmosfera. Essa situação ocorre devido à rápida redução do conteúdo de água da solução nutritiva disponível para as plantas (elevação do potencial osmótico da solução nutritiva), ocasionando a limitação da absorção de água pelas plantas e desta forma não suprindo o fluxo transpiratório e assim inibirá seu crescimento, assim como baixas concentrações de solução nutritiva e condições ambientais de reduzida demanda evaporativa da atmosfera, quando a planta não absorverá e suprirá a quantidade de nutrientes necessários para seu crescimento, sendo a absorção por fluxo de massa (transpiração), responsável pela absorção de Nitrogênio e Cálcio, nutrientes importantes ao crescimento e desenvolvimento dos órgãos das plantas. (ANDRIOLO et al., 2009; SONNEVELD; VOOGT, 2009).

A condutividade elétrica (C.E) é uma medida indireta da concentração salina da solução nutritiva. No cultivo do morangueiro fora do solo para produção de frutos, tem sido recomendada a C.E de $0,9 \text{ dSm}^{-1}$, quando o sistema de cultivo utiliza substratos (ANDRIOLO et al., 2009) e $1,2$ a $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ no sistema NFT (PORTELA et al., 2012). O morangueiro é considerado uma planta sensível a elevadas C.E, não tolerando valores superiores a $1,4 \text{ dS m}^{-1}$ (MARTINEZ BARROSO; ALVAREZ, 1997).

Os principais efeitos negativos do uso de soluções nutritivas concentradas na fertirrigação de plantas não tolerantes à salinidade são decorrentes do estresse

osmótico e iônico. O estresse iônico resulta em indução de desequilíbrios nutricionais que causam competição na absorção dos nutrientes, afetando a disponibilidade, o transporte ou a partição dos nutrientes entre órgãos da planta. Um exemplo é a indução à deficiência de cálcio em folhas jovens, resultando em queima de bordos em folhas de morangueiro (LIETEN, 2000; SONSTEBY et al., 2009).

Altas concentrações iônicas das soluções nutritivas reduzem também a disponibilidade de água para as plantas, fazendo com que ocorra o estresse hídrico. Alterações fisiológicas surgem na planta, resultando na diminuição da abertura estomática, reduzindo a fotossíntese, a divisão celular e o crescimento vegetal com reflexos na redução da área foliar (STRAUSSBURGUER et al., 2011; TAIZ e ZEIGER, 2013) e na senescência precoce das folhas (MUNNS, 2002).

Nos Estados Unidos da América, são apresentados trabalhos nos quais as condutividades elétricas recomendadas são bastante distintas. Bisch et al. (2001) mostraram que o uso da solução nutritiva com C.E de $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ proporcionou maior produção de estolões. No entanto, Paranjpe et al. (2003) recomendam o uso da condutividade elétrica de $1,6 \text{ dS m}^{-1}$ no cultivo de plantas matrizes para a produção de pontas de estolões em cultivo fora do solo. São escassas na literatura as informações acerca da condutividade elétrica que favorece a produção e a qualidade de pontas de estolões em sistemas de cultivo fora do solo. Nas condições brasileiras, tais resultados não foram encontrados.

O objetivo do trabalho foi determinar o efeito da condutividade elétrica da solução nutritiva no crescimento das plantas matrizes de morangueiro, na produção e na qualidade das pontas de estolões para produção de mudas com torrão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no interior de um abrigo de 200 m^2 tipo guarda-chuva, com 65% de superfície de ventilação, coberto com polietileno aditivado anti-UV de $200 \text{ }\mu\text{m}$ de espessura, localizado no Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Durante o período experimental, compreendido entre 13 de outubro de 2011 e 10 de abril de 2012, a temperatura média do ar e a radiação solar global acumulada foram coletadas diariamente por uma estação meteorológica automática a cerca de

300 metros. Os valores médios obtidos para essas variáveis foram, respectivamente, 19,03 °C e 558,6 MJ m⁻² em outubro; 22,11 °C e 718,9 MJ m⁻² em novembro; 23,03 °C e 754,5 MJ m⁻² em dezembro; 25,28 °C e 775,8 MJ m⁻² em janeiro; 25,88 °C e 564,8 MJ m⁻² em fevereiro; 22,58 °C e 621,9 MJ m⁻² em março; 21,43 °C e 159,8 MJ m⁻² até o dia 10 de abril.

As plantas foram cultivadas em vasos de polietileno com volume de 2,5 dm³ preenchidos com areia de granulometria entre 1 mm e 3 mm e capacidade máxima de retenção de água de 0,238 L dm⁻³. Os vasos foram dispostos sobre bancadas a 0,80m de altura do solo, com 1,10 m de largura e 4 m de comprimento, distribuídos em quatro fileiras, na distância de 0,3 m entre vasos na fileira e 0,27 m entre fileiras, correspondente à densidade de 12 vasos por metro quadrado. Antes do plantio, os vasos foram cobertos individualmente utilizando plástico dupla-face de 150 µm de espessura para reduzir o consumo de água, evitar o aumento da C.E do substrato (ANSORENA, 1994; FARINA et al., 2003) e o enraizamento das pontas de estolões, anteriormente à coleta. As bancadas foram constituídas por telhas de fibrocimento revestidas com lona de polipropileno (Agro Forte[®]), conforme descrito por Godoi et al., (2009).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema bifatorial (5 x 2), com parcelas subdivididas. As parcelas correspondiam às C.E (0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2,0 dS m⁻¹) e as subparcelas às cultivares de morangueiro Camino Real e Oso Grande, cada uma formada por 20 repetições de uma planta matriz. Estas cultivares foram escolhidas devido apresentarem vigor vegetativo distinto entre elas

A composição da solução nutritiva de referência utilizada foi aquela descrita por Hennion e Veschambre (1997), ajustada para a concentração em mmol L⁻¹, de: 7,86 de NO₃⁻; 1,86 de NH₄⁺; 4 de H₂PO₄⁻; 6 de K⁺; 2,0 de Ca⁺²; 1 de Mg⁺² e 1 de SO₄⁻². As concentrações dos micronutrientes foram, em mg L⁻¹, de: 0,03 de Mo; 0,26 de B; 0,06 de Cu; 0,50 de Mn; 0,22 de Zn, por meio de uma solução estoque. A concentração do ferro foi 1,0 mg L⁻¹, fornecido separadamente na forma quelatizada. Esta solução nutritiva apresentou condutividade elétrica (C.E) igual a 1,5 dS m⁻¹ e pH de 5,9. As fontes de macronutrientes foram os fertilizantes nitrato de potássio, fosfato monopotássico, nitrato de cálcio-Calcanit[®], sulfato de magnésio e nitrato de amônio.

A condutividade elétrica (C.E) e o pH foram medidos diariamente. Sempre que o valor medido da C.E apresentou um desvio de 5% em relação à maior C.E

testada ($2,0 \text{ dS m}^{-1}$), foram feitas correções adicionando água ou alíquotas de nova solução nutritiva nas concentrações de referência. O pH foi mantido entre os limites de 5,5 e 6,5, mediante adição de NaOH para aumentar e de H_2SO_4 para reduzir, na concentração 1N.

As mudas matrizes, de ambas as cultivares, foram obtidas a partir de plantas matrizes micropropagadas conforme recomendações de Bish et al., (2001) e Giménez (2008), adquiridas do Laboratório de Micropropagação de Plantas da Universidade de Passo Fundo (UPF), as quais foram retiradas dos frascos no dia 16 de setembro de 2011 e plantadas em bandejas de poliestireno com 128 células preenchidas com o substrato orgânico MECPLANT HF[®]. As bandejas foram mantidas em câmara úmida, localizada no interior do abrigo, durante 28 dias para aclimatização. Após este período, foram transplantadas para os vasos na fase de uma folha definitiva.

A água e os nutrientes foram fornecidos por fertirrigação, empregando fita gotejadora, com um gotejador por vaso. A solução nutritiva foi preparada em caixas de polipropileno de 500 L e fornecida às plantas da bancada através de uma motobomba submersa, controlada por um programador horário. Após o plantio, realizou-se uma irrigação diária de 15 minutos, usando somente água por uma semana. Entre os dias 20 de outubro e 28 de novembro, foi realizada uma fertirrigação diária e, posteriormente, duas a três fertirrigações de 15 minutos. O volume e a frequência diária das fertirrigações foi determinado levando em conta a estimativa da ETP, calculada com base em Reisser Júnior et al. (2009), com um coeficiente de drenagem de 30%. Todas as plantas da área experimental foram fertirrigadas concomitantemente. O volume de solução nutritiva drenado retornou à caixa de estocagem da solução nutritiva e foi reutilizado, em sistema fechado. O volume de água e quantidade de sais fertilizantes consumidos durante o experimento foram registrados.

Durante o período de estolonamento, que ocorreu entre 11 de novembro de 2011 a 02 de março de 2012, foram coletadas semanalmente as pontas de estolões emitidas que apresentaram uma folha definitiva e/ou primórdios radiculares visíveis (Figura 1A) e as pontas necrosadas (Figura 1B), sendo estas contabilizadas e descartadas.

Das pontas de estolões viáveis, foi retirada uma amostra de 15 unidades semanalmente, nas quais foi contado o número de folhas e medido o diâmetro da

coroa. Em seguida, foram separadas em limbo, pecíolo e coroa e posteriormente secas em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 60 °C até massa constante entre duas pesagens consecutivas, para a determinação da massa seca (MS). Ao final do período de coleta de estolões, foi determinado, por planta matriz: o número total de pontas de estolões emitidas, necrosadas e viáveis.

Ao final do experimento, foram coletadas quatro plantas de cada cultivar em cada um dos tratamentos, totalizando 40 plantas matrizes, as quais foram separadas em limbo, pecíolo, coroa e raiz, lavadas e posteriormente secas em estufa de circulação forçada de ar para a determinação da MS dos diferentes órgãos da planta.

A área foliar específica (AFE) e o índice de área foliar (IAF) foram determinados a partir da relação entre a superfície e a massa seca de 30 discos com $5,02 \times 10^{-5} \text{m}^2$ de diâmetro, extraídos em cada planta. O IAF foi estimado pela relação entre a AFE e MS de folhas.

No dia 29 de fevereiro de 2012, no período de produção de mudas comerciais, foram coletadas 45 pontas de estolão de cada tratamento para avaliação da qualidade das mudas originadas das pontas de estolões oriundas das plantas de cada tratamento. Imediatamente após a coleta, as pontas foram enraizadas em bandejas de poliestireno, contendo 40 cm³ de substrato orgânico (MECPLANT HF[®]), e mantidas em câmara úmida por 10 dias e, posteriormente, transferidas para bancadas no interior do abrigo de polietileno, irrigadas diariamente no período diurno por micro aspersão durante 1 minuto, a cada hora, durante 30 dias, para enraizamento. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições de 15 pontas de estolões cada.

Ao final desse período, mediu-se o diâmetro da coroa, contou-se o número de folhas expandidas e calculou-se a taxa de formação de mudas com torrão, sendo assim consideradas aquelas que, ao serem removidas do alvéolo da bandeja, conservaram o torrão de substrato aderido nas raízes (Figura 1C). Foram também coletadas aleatoriamente 15 mudas de cada tratamento e cultivar para a determinação de massa seca de parte aérea e raízes.

Os dados foram submetidos à análise da variância. As diferenças entre as médias dos níveis do fator cultivar (qualitativo) foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, e os níveis do fator C.E

(quantitativo), por regressão, usando o programa estatístico SISVAR (UFLA, versão 4.2) e a planilha eletrônica Excel (Microsoft Office).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o número de estolões emitidos pelas plantas matrizes das cultivares Oso Grande e Camino Real, observou-se interação significativa entre cultivares e condutividades elétricas da solução nutritiva (Figura 3A). A cultivar Oso Grande apresentou número médio de 63,1 pontas emitidas por planta matriz ao final do experimento, diferindo ($p < 0,05$) da cultivar Camino Real cujo número foi de 48,9. Ambas apresentaram resposta polinomial, com máxima emissão de pontas de estolões estimada nas condutividades de 1,0 e 0,8 dS m^{-1} com 73,5 e 54,4 pontas por planta matriz, respectivamente.

Quanto ao número de pontas de estolões necrosadas (Figura 3B), as cultivares apresentaram tendências diferentes. Oso Grande apresentou aumento linear atingindo 5,2 pontas necrosadas por planta matriz na CE de 2,0 dS m^{-1} , o que correspondeu a 13,7% das pontas emitidas. Camino Real mostrou-se menos sensível ao aumento nas C.Es entre 0,4 e 1,2 dS m^{-1} , no entanto apresentou um aumento de 14,6% de pontas necrosadas na condutividade de 2,0 dS m^{-1} comparado a C.E de 1,2 dS m^{-1} .

As plantas matrizes da cultivar Oso Grande apresentaram maior número de pontas de estolões viáveis para produção de mudas com torrão na C.E de 0,9 dS m^{-1} , totalizando 71,5 pontas por planta matriz (Figura 3C). Camino Real atingiu a maior produção de pontas viáveis na C.E de 0,8 dS m^{-1} com 54 pontas por planta matriz.

Para as variáveis diâmetro de coroa e massa seca das pontas de estolões coletadas e avaliadas ao longo do período experimental, não houve diferença significativa entre os tratamentos, apresentando médias de 5 mm e 0,3 g por ponta de estolão.

Não houve diferença significativa entre as cultivares nas variáveis relativas às mudas formadas com as pontas de estolões coletadas. Houve, porém, entre as condutividades elétricas testadas (Figura 4). A massa seca de parte aérea, diâmetro da coroa e porcentagem de mudas com torrão formadas mostraram resposta polinomial, apresentando valores máximos na condutividade de 1,1 dS m^{-1} , com 0,53

gramas por muda (Figura 4A), 5,5 mm (Figura 4B) e 74% (Figura 4C), respectivamente. A massa seca de raízes apresentou pouca variação, sendo o crescimento máximo observado de 0,12 g correspondente à CE de 1,2 dS m⁻¹ (Figura 4A).

O acúmulo de massa seca e o índice de área foliar das plantas matrizes ao final do experimento não diferiram entre as cultivares (Figura 5A e 5B), sem interação entre os fatores. No crescimento da parte aérea e das raízes e no IAF, houve decréscimo linear em função do aumento da C.E. A razão parte aérea:raízes (PA:RA) apresentou tendência polinomial ($y = -1,55x^2 + 2,72x + 5,10$, $R^2 = 0,74$), com valor máximo de 6,3 na CE de 0,8 dS m⁻¹ (Dados não mostrados). Na área foliar específica (AFE), as cultivares apresentaram interação significativa com a C.E, apresentando resposta polinomial, ambas com menores valores apresentados em plantas cultivadas na condutividade de 2,0 dS m⁻¹ (Figura 5C).

A emissão de pontas de estolões da cultivar Camino Real verificada neste trabalho (Figura 3A), diferiu do resultado de Janisch et al., (2012) obtido no mesmo local. Quando comparada a condutividade elétrica de 2,0 dS m⁻¹ de ambos os trabalhos, verificou-se uma redução de 54 (JANISCH et al., 2012) para 40 pontas de estolões por planta matriz. Nas soluções nutritivas empregadas pelos autores citados, as variações dos tratamentos foram somente nas doses de nitrogênio (N), as quais não apresentaram diferenças quanto à produção de pontas de estolões, com média de 54 pontas por planta matriz. No trabalho atual, a C.E da solução nutritiva foi obtida aumentando-se os nutrientes proporcionalmente, o que possivelmente originou uma interação entre os componentes iônicos da solução nutritiva, prejudicando a absorção de água e/ou algum nutriente e levando ao desequilíbrio nutricional destas plantas nas maiores condutividades testadas.

Em trabalho realizado por Bish et al., (2001), usando mudas matrizes micropropagadas da cultivar Oso Grande, durante os anos de 1995 e 1996, verificou-se uma maior produção de estolões no ano de 1996, sendo o aumento de 59% atribuído à redução da concentração da solução nutritiva de 1,72 dS m⁻¹ para 0,7 dS m⁻¹ (redução de 1,0 dS m⁻¹), proporcionando uma produção de 84 pontas de estolões por planta matriz. No presente trabalho, observou-se uma produção de 73,5 pontas por planta matriz, com uma redução de 38,7% decorrente do aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva de 1,2 dS m⁻¹ para 2,0 dS m⁻¹.

A redução da condutividade elétrica empregada por Bish et al. (2001), no ano de 1996, foi atribuída à elevada incidência de queima de bordos das folhas, o que também foi observado visualmente no presente trabalho em condutividades elétricas superiores a $1,2 \text{ dS m}^{-1}$.

O aumento de pontas de estolões necrosadas em função da elevação da C.E (Figura 3B) foi uma possível resposta à deficiência no fornecimento de água imposta à ponta de estolão pela planta matriz, sendo as pontas de estolões os principais drenos das plantas matrizes, portanto demandam grandes quantidades de água e fotoassimilados, em caso de restrição de água são rapidamente afetadas na tentativa da planta matriz minimizar perdas e sobreviver (BLANCKE; COOCKE, 2004). A restrição de água e/ou alguma deficiência nutricional pode(m) ser prejudicial(is) ao crescimento e desenvolvimento de novos órgãos e regiões meristemáticas na cultura do morangueiro (PALENCIA et al., 2010), o que pode explicar, além da necrose de pontas de estolões, a menor taxa de formação de mudas com torrão por meio de pontas de estolões oriundas de plantas matrizes cultivadas sob condutividades elétricas diferentes de $1,1 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 3B e 3C).

O diâmetro de coroa e a massa seca das pontas de estolões não foram afetados pelas condutividades elétricas da solução nutritiva, assim como verificado por Janisch et al. (2012). O diâmetro de coroa diferiu das médias encontradas por Giménez et al. (2008) e Oliveira et al. (2010), podendo tais diferenças serem atribuídas ao manejo e sistema de cultivo empregado na produção de pontas de estolões. No presente trabalho, a coleta das pontas de estolões ocorreu semanalmente, o que segundo Durner et al. (2002), proporciona pontas de estolões de maior diâmetro de coroa e uniformidade de mudas formadas. De acordo com os critérios de Cocco et al. (2010), as pontas de estolões produzidas, assim como as mudas com torrão formadas, apresentaram diâmetro de coroa satisfatório para proporcionar uma produção precoce de frutos a campo sem diferenças na produção total de frutos.

Plantas matrizes de morangueiro de ambas as cultivares observadas tiveram seu crescimento fortemente reduzido com o aumento da condutividade elétrica (Figura 2A). Essa redução mostrou que o morangueiro é uma espécie sensível à utilização de condutividades elétricas superiores a $0,4 \text{ dS m}^{-1}$, diferindo da classificação de Martinez Barroso e Alvarez (1997) que constataram a sensibilidade do morangueiro a condutividades elétricas superiores a $1,4 \text{ dS m}^{-1}$.

O crescimento das plantas matrizes bem como o IAF apresentados nas Figuras 5A e 5B foram afetados pela redução no número de folhas, ocasionada pela elevação da C.E, o qual apresenta uma resposta polinomial ($y = -12,22x^2 + 13,92x + 47,27$ $R^2=0,93$), com uma redução próxima a 50%, resultando numa média de 26 folhas em plantas matrizes cultivadas na C.E 2,0 dS m⁻¹. Essas reduções estiveram fortemente relacionadas com a concentração de sais fertilizantes, componentes das soluções nutritivas, resultando na redução da disponibilidade de água e, conseqüentemente, em um estresse de água, do qual surge a deficiência de cálcio e, com ela, a necrose de folhas jovens recém emitidas, impossibilitando seu desenvolvimento e crescimento (LIETEN, 2000; SONSTEBY et al., 2009; PALENCIA et al., 2010), conforme pode ser observado nas Figura 2B e 2C.

Segundo Taiz e Zeiger (2013), em condições nas quais ocorre uma limitação na disponibilidade de água, são desencadeadas alterações fisiológicas em série nas plantas, iniciadas pela inibição da abertura estomática, reduzindo a fotossíntese e conseqüentemente, o crescimento das plantas. Reduções no crescimento de plantas de morangueiro com aumentos da condutividade elétrica da solução nutritiva foram verificados por Portela, et al. (2012) e Andriolo et al. (2009).

O uso de soluções nutritivas concentradas é uma prática que permite reduzir o crescimento vegetativo quando assim for desejado. Li e Stanguellini (2001) e Romero-Aranda et al. (2001) observaram que essa prática foi possível na cultura do tomateiro sem prejudicar a produção de frutos. No cultivo de plantas matrizes de morangueiro, essa prática deve ser evitada devido a não somente reduzir o crescimento das folhas, mas também reduzir a emissão de estolões, aumentar o número de pontas necrosadas e, conseqüentemente, reduzir o número de pontas de estolões viáveis para a produção de mudas com torrão.

As plantas matrizes cultivadas na CE 0,4 dS m⁻¹ apresentaram maior crescimento de parte aérea e raízes, porém não apresentaram maior produção de pontas de estolões. O maior crescimento do sistema radicular de plantas expostas a baixas concentrações de nutrientes nas soluções nutritivas se justifica pela necessidade da busca de nutrientes (LAMBERS et al., 2008), o que é possível sob condições atmosféricas de alta demanda evaporativa (SONNEVELD; VOOGT, 2009). Janisch et al. (2012) avaliaram doses de nitrogênio no cultivo de plantas matrizes de morangueiro e verificaram que a menor dose não foi limitante ao

crescimento das plantas, que apresentou maior crescimento radicular, confirmando o resultado do atual trabalho.

A área foliar específica (AFE), indicador do acúmulo de massa foliar, foi reduzida com o aumento da concentração de sais na solução nutritiva (Figura 5C). Segundo Lambers et al. (2008), a redução da AFE é desencadeada pelo estresse de água, de forma a limitar a expansão foliar, criando barreiras para a perda de água via transpiração, o que é uma estratégia para melhorar a eficiência no uso da água (RAHIMI et al., 2011).

A formulação e o manejo da solução nutritiva de forma adequada são fundamentais para evitar redução do potencial de produção de pontas de estolões, conforme o sistema de cultivo empregado. Em sistemas de cultivo fechado com uso de substratos, poderá ser usada uma solução nutritiva diluída e com um coeficiente de drenagem para evitar o acúmulo de sais no substrato. Em sistemas de cultivo aberto, em que o fornecimento de nutrientes é realizado de forma descontínua e alternado com irrigação usando somente água, é importante que se faça o emprego de soluções mais concentradas, evitando o surgimento de deficiências nutricionais nas plantas.

O emprego de sistemas de cultivo fora do solo, com reaproveitamento da solução nutritiva, aliado ao uso de soluções nutritivas com concentrações iônicas reduzidas e equilibradas na produção de pontas de estolões, reduz gastos com fertilizantes, minimiza a contaminação do solo e da água e possibilita uma produção de estolões satisfatória tanto em quantidade como em qualidade. O número de pontas de estolões viáveis produzidas, aliada a percentagem de mudas formadas a partir dessas, são fundamentais na produção comercial de mudas de morangueiro em torrão, afetando diretamente os custos e a rentabilidade do sistema de produção.

No presente trabalho, verificou-se uma maior produção de pontas de estolões, formação e qualidade de mudas em condutividades compreendidas entre 0,8 e 1,1 dS m^{-1} , o que diferiu da condutividade de 1,6 dSm^{-1} , recomendada nos Estados Unidos da América por Paranjpe et al. (2003) e se aproxima da recomendação de Bish et al. (2001), na qual a maior produção de pontas de estolões foi verificada na CE de 0,7 dS m^{-1} .

CONCLUSÃO

O crescimento das plantas matrizes de morangueiro é reduzido com o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva na faixa entre 0,4 e 2,0 dS m⁻¹. A produção de pontas de estolões e de mudas com torrão são maiores ao empregar-se uma condutividade elétrica da solução nutritiva na faixa entre 0,8 a 1,1 dS m⁻¹ na fertirrigação das plantas matrizes cultivadas em areia em sistema fechado.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro e pela concessão da bolsa de mestrado para Odair José Schmitt.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIOLO, J. L. et al. Concentração da solução nutritiva no crescimento da planta, na produtividade e na qualidade de frutas do morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 684-690, maio/jun., 2009.
- ANSORENA, J. **Sustratos Propiedades y Caracterización**. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid-España. 1994, 172 p.
- ARMEFLHOR. **Rapport technique sur la production de plants Fraisimotte® a l'île de la reunion**. Saint-Pierre: Association Réunionnaise pour la modernization de l'Economie fruitière légumière et horticola, 2006. 69 p. Disponível em www.armeflhor.fr. Acesso em: 12 jan. 2013.
- BISH, E. B.; CANTLIFFE, D. J.; CHANDLER, C. K. A system for producing large quantities of greenhouse grown strawberry plantlets for plug production. **HortTechnology**, v. 11, p. 636-638, 2001.
- BLANCKE, M. M.; COOCKE, D. T. Effect of flooding and drought on stomatal activity, transpiration, photosynthesis, water potential and water channel activity in strawberry stolons and leaves. **Plant Growth Regulation**, v. 42, p. 153-160, 2004.
- COCCO, C. et al. Desenvolvimento e produtividade do morangueiro influenciados pelo diâmetro da coroa e período de crescimento de mudas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 7, p. 730-736, jul., 2010.
- DURNER, E. F.; POLING, E. B.; MAAS, J. L. Recent advances in strawberry plug transplant technology. **HortTechnology**, v. 12, n. 4, p. 545-550, 2002.
- FARINA, E. et al. Mulching as a Technique to Reduce Salt Accumulation in Soilless Culture. **Acta Horticulturae**, v. 609, n. 1, p. 459-466, maio, 2003.
- GIMÉNEZ, G. et al. Closed soilless growing system for producing strawberry bare root transplants and runner tips. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1757-1761, dez., 2008.
- GIMÉNEZ, G. **Seleção e propagação de clones de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008, 119p.

GODOI, R. S. et al. Produção e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo com emprego de substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 1039-1044, jan., 2009.

HENNION, B.; VESCHAMBRE, D. **La fraise: maîtrise de La production**. Paris: CTIFL, 1997. 299p.

JANISCH, D. I. et al. Nitrogen for growth of stock plants and production of strawberry runner tips. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 3, p. 394-399, out., 2012.

LAMBERS, H.; CHAPIN, F. S.; PONS, T. L. **Plant physiological ecology**. 2nd ed. Springer, Berlin, 2008.

LI, Y. L.; STANGHELLINI, C. Analysis of the effect of EC and potencial transpiration on vegetative growth of tomato. **Scientia Horticulturae**, v. 89, p. 9-21, 2001.

LIETEN, F. Recent advances in strawberry plug transplant technology. **Acta Horticulturae**, n. 513, p.383-388, 2000.

MARTINEZ-BARROSO, C.; ALVAREZ, C. E. Toxicity symptoms and tolerance of strawberry to salinity in the irrigation water. **Scientia Horticulturae**, v. 71, p. 177-188, 1997.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, p. 239–250, 2002.

OLIVEIRA, C. S. et al. Produção e qualidade de propágulos de morangueiro em diferentes concentrações de nitrogênio no cultivo sem solo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 4, p. 554-559, jul./ago., 2010.

PALENCIA, P. et al. Relationship between tipburn and leaf mineral composition in strawberry. **Scientia Horticulturae**, v. 126, n. 2, p. 242–246, set., 2010.

PARANJPE, A. et al. Winter strawberry production in greenhouses using soilless substrates: an alternative to methyl bromide soil fumigation. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v. 116, p. 98-105, 2003.

PORTELA, I. P.; PEIL, R. M. N.; ROMBALDI, C. V. Efeito da concentração de nutrientes no crescimento, produtividade e qualidade de morangos em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 30, n. 2, p. 266-273, abr./jun., 2012.

REISSER JÚNIOR, C. et al. Solo e manejo da água. In: **Morangueiro irrigado: aspectos técnicos e ambientais do cultivo**. Timm, L. C. et al. (Ed.),. Pelotas, Ed. da UFPEL, 2009, 163 p.

RAHIMI, A. et al. Influence of NaCl salinity on growth analysis of strawberry cv. Camarosa. **Journal of Stress Physiology & Biochemistry**, v. 7, n. 4, p. 145-156, 2011.

ROMERO-ARANDA, R.; SORIA, T.; CUARTERO, J. Tomato plant water uptake and plant water relationships under saline growth conditions. **Plant Science**, v. 160, p. 265–272, 2001.

SCHMITT, O. J. et al. Frigoconservação das pontas de estolões na produção de muda com torrão e frutas de morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 6, p. 955-961, jun., 2012.

SONNEVELD, C.; VOOGT, W. **Plant Nutrition of Greenhouse Crops**, Springer, New York, U. S. A, 2009, 431 p.

SONSTEBY, A. et al. Interaction of short Day and timing of nitrogen fertilization on growth and flowering of 'Korona' strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Scientia Horticulturae**, v. 123, p. 204-209, 2009.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5º ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

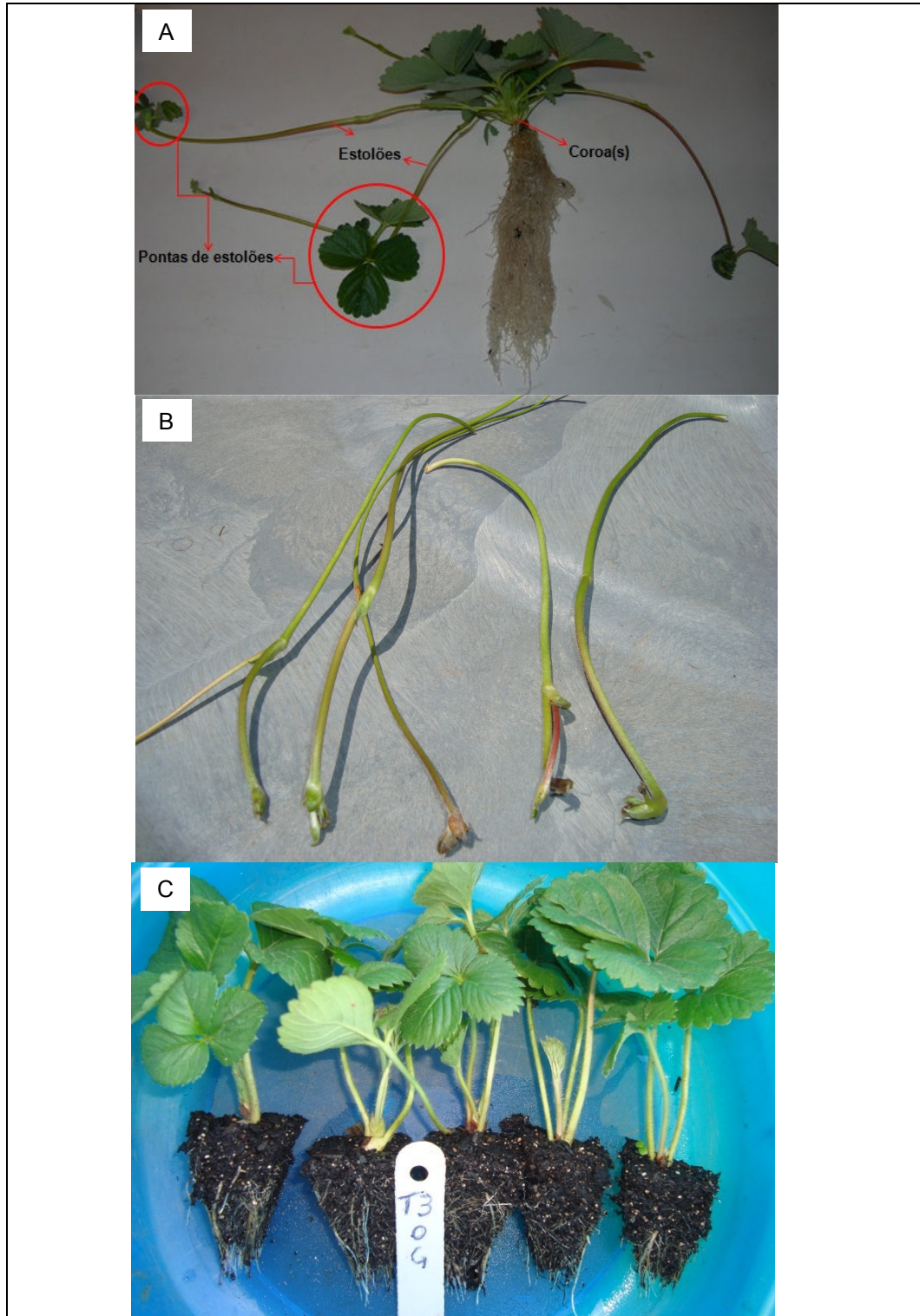


Figura 1 - Planta matriz com pontas de estolões viáveis (A); pontas de estolões necrosadas (B) e mudas com torrão (C) produzidas a partir de plantas matrizes de morangueiro das Oso Grande e Camino Real cultivadas sob cinco condutividades elétricas da solução nutritiva (0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2,0 dS m⁻¹). Santa Maria, UFSM, 2012.

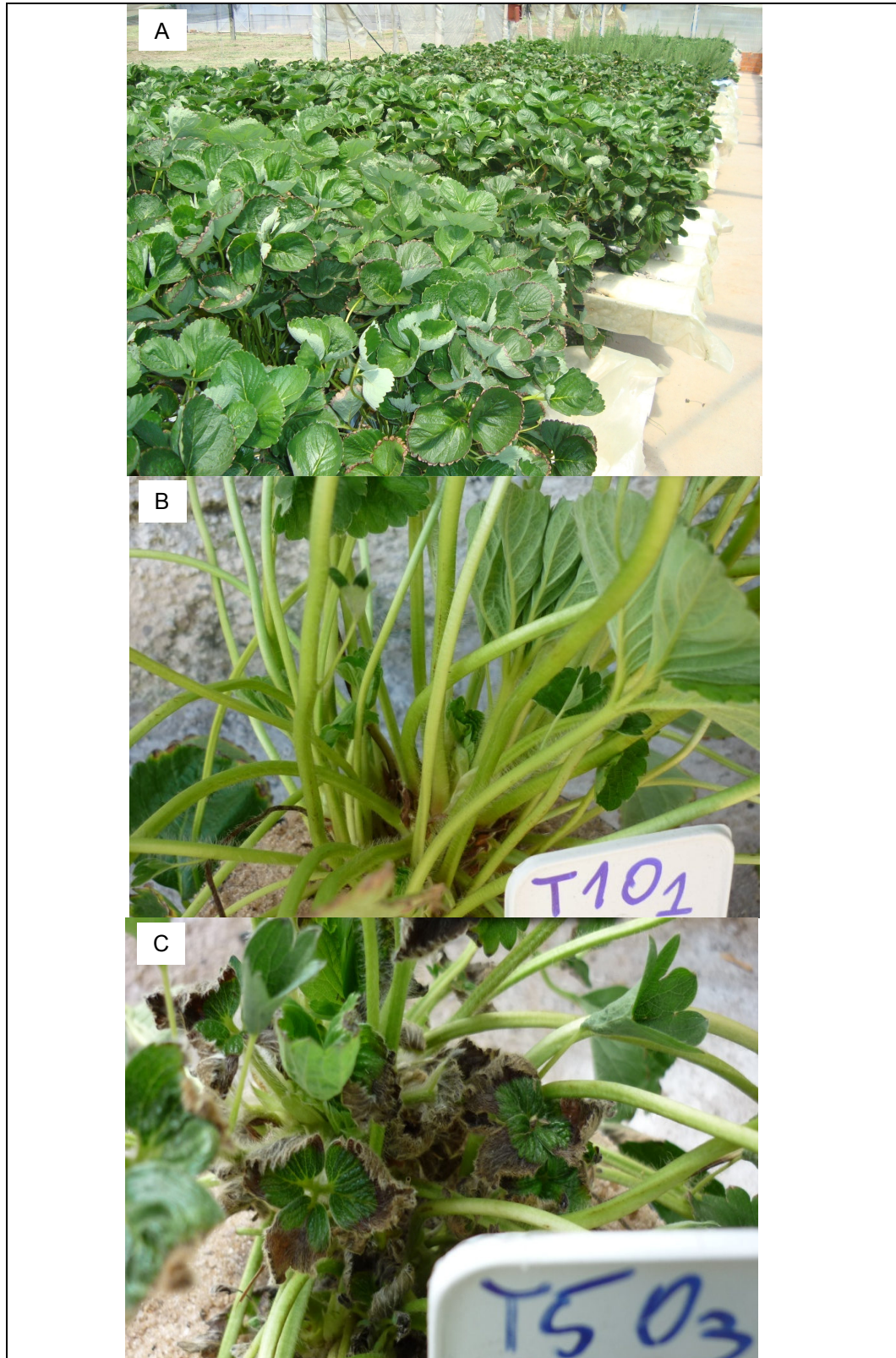


Figura 2 - Vista da área ao final do período experimental (A); planta matriz da cultivar Oso Grande cultivada na C.E $0,4 \text{ dS m}^{-1}$ (B) e planta matriz da cultivar Oso Grande cultivada na C.E $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ (C). Santa Maria, UFSM, 2012.

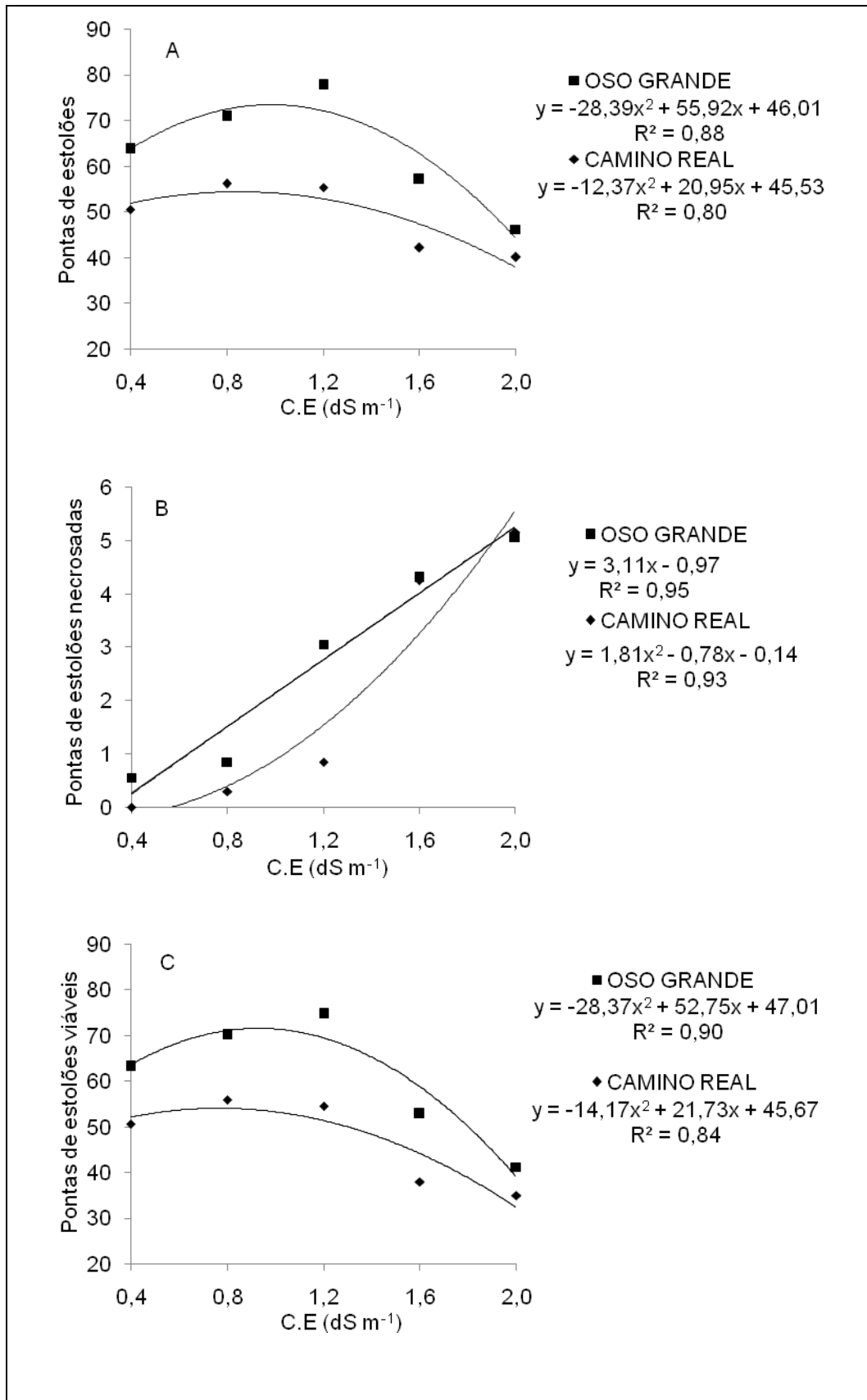


Figura 3 - Número de pontas de estolões produzidas (A); necrosadas (B) e viáveis (C) de plantas matrizes de morangueiro das cultivares Oso Grande e Camino Real cultivadas sob cinco condutividades elétricas da solução nutritiva (0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2,0 dS m⁻¹). Santa Maria, UFSM, 2012.

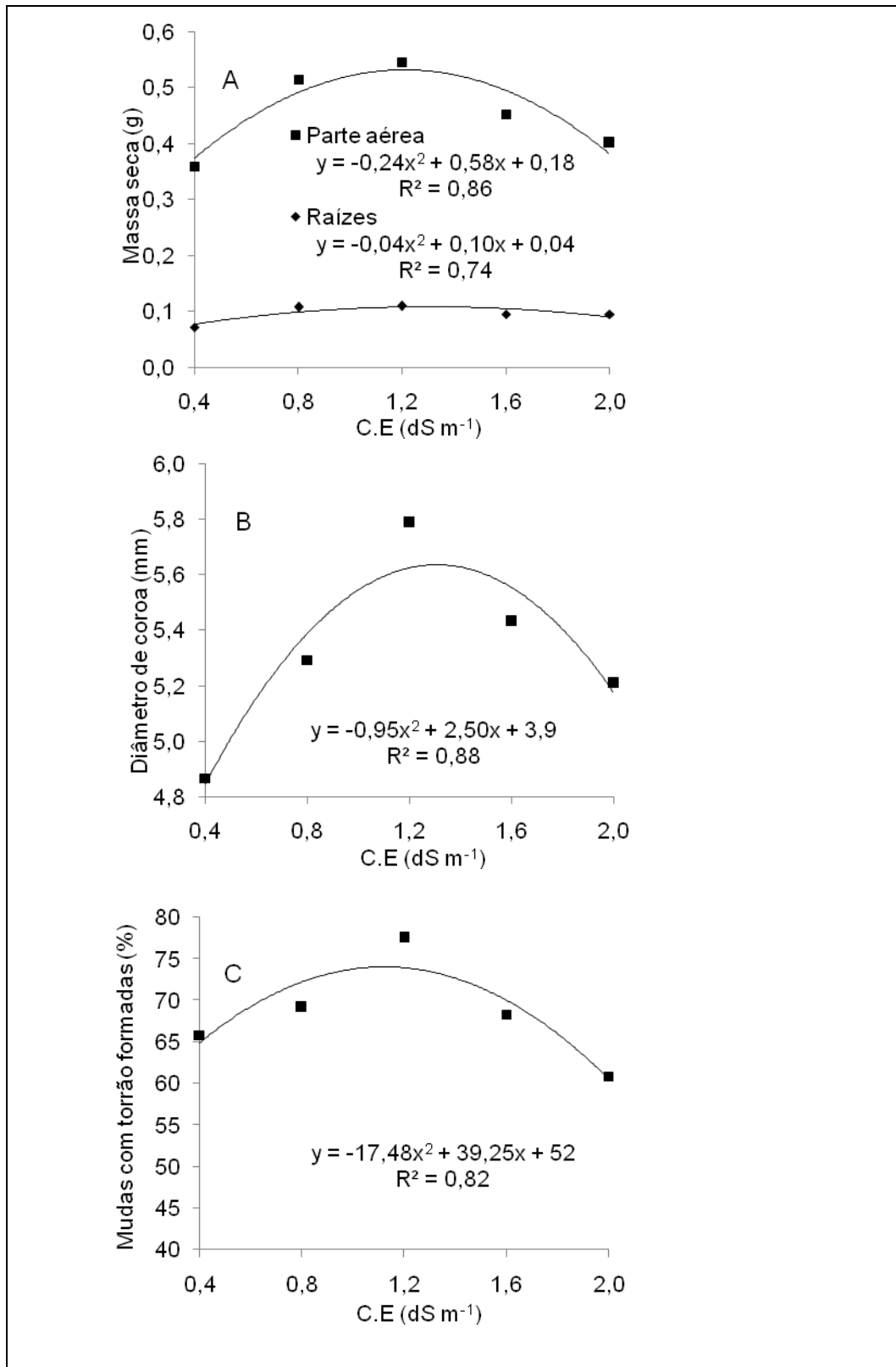


Figura 4 - Valores médios de massa seca de parte aérea e raízes (A); diâmetro de coroa (B) e porcentagem de formação de mudas com torrão (C), produzidas a partir de pontas de estolões, coletadas de plantas matrizes de morangueiro das cultivares Oso Grande e Camino Real cultivadas sob cinco condutividades elétricas da solução nutritiva (0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2,0 dS m⁻¹). Santa Maria, UFSM, 2012.

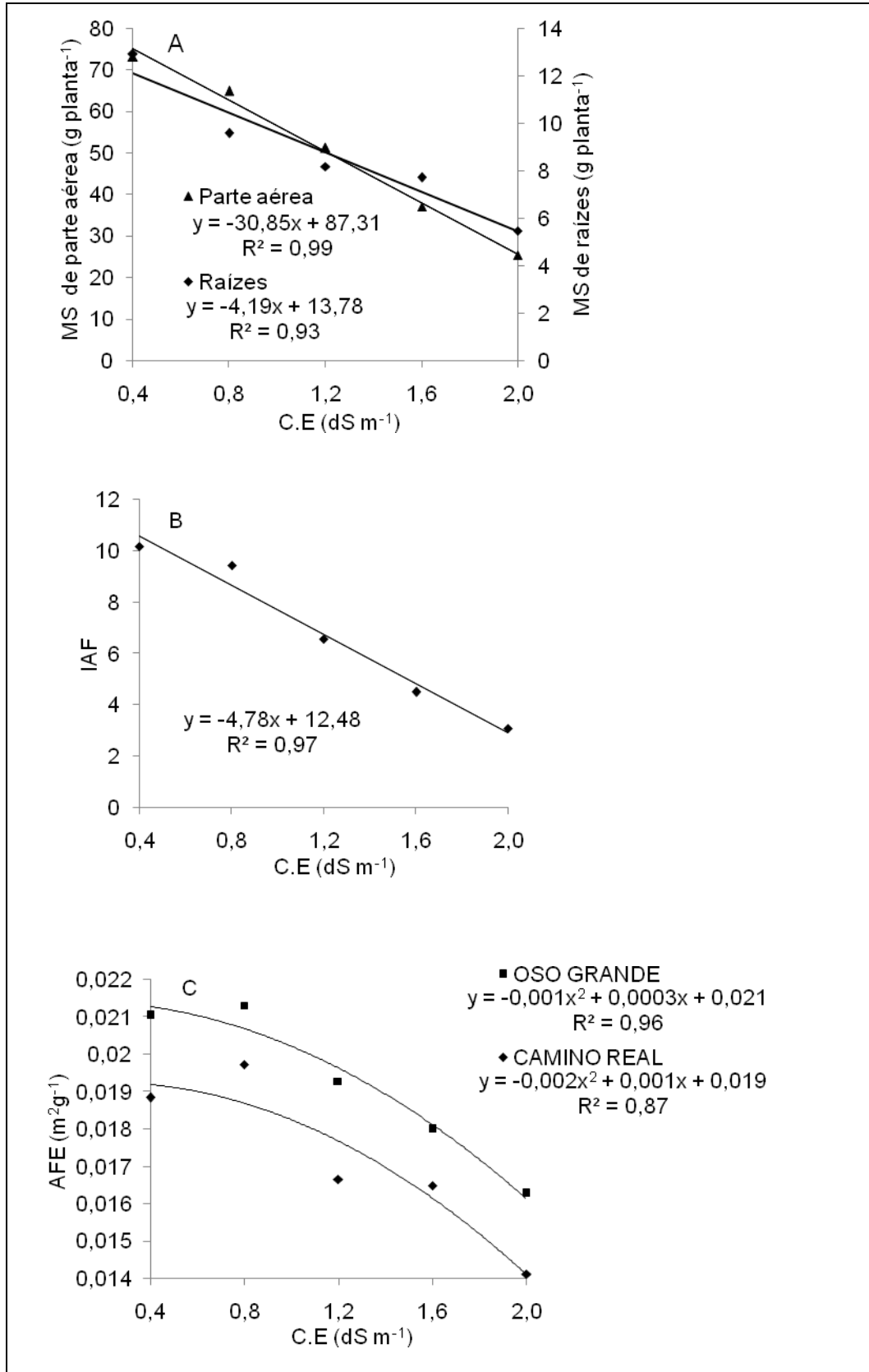


Figura 5 - Massa seca de parte aérea e raízes (A); índice de área foliar (IAF) (B) e área foliar específica (AFE) (C) de plantas matrizes de morangueiro das cultivares Oso Grande e Camino Real cultivadas sob cinco condutividades elétricas da solução nutritiva (0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2,0 dS m⁻¹). Santa Maria, UFSM, 2012.

ARTIGO 2

Consórcio de salsa e cebolinha para produção de maços mistos de cheiro-verde em sistema fechado com substrato

Odair José Schmitt¹; Jerônimo Luiz Andriolo²; Maíne Alessandra Lerner³ Jéssica Maronez de Souza³; Miriane Dal Picio¹; Ana Paula Mambri³

RESUMO

O objetivo do trabalho foi testar um sistema de cultivo consorciado de salsa e cebolinha em substrato visando à produção de maços comerciais mistos. O experimento foi realizado no Departamento de Fitotecnia da UFSM entre 12 de setembro e 22 de outubro de 2012, empregando vasos de polipropileno com areia, dispostos sobre bancadas e fertirrigados. Foram comparadas cinco condutividades elétricas da solução nutritiva, 0,5; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 dS m⁻¹, e oito arranjos de cultivo compostos por quatro arranjos de cultivo consorciado, sendo em cada vaso plantadas, lado a lado, mudas de salsa e de cebolinha provenientes de um alvéolo das bandejas comerciais (1S+1C); de dois alvéolos de salsa e um alvéolo de cebolinha (2S+1C); de um de salsa e dois de cebolinha (1S+2C); de dois de salsa e dois de cebolinha (2S+2C) e quatro sistemas de cultivos solteiros considerados testemunhas: mudas de um alvéolo de salsa (1S) e um de cebolinha (1C) e dois de salsa (2S) e dois de cebolinha (2C) por vaso. As parcelas foram os vasos, em esquema bifatorial (5 x 8) e DIC. No final do experimento, as plantas de cada uma das duas espécies foram separadas e determinadas a massa verde (MVPA) e seca (MSPA) da parte aérea. O sistema de cultivo consorciado 1S+1C, formado por mudas de salsa e cebolinha provenientes de um único alvéolo das bandejas apresentou-se o mais eficiente para produzir maços comerciais mistos de cheiro verde. As plantas são cultivadas concomitantemente no mesmo vaso de 2,5 dm³, empregando a mesma solução nutritiva com condutividade elétrica de 2,0 dS m⁻¹.

Palavras-chave: *Petroselinum crispum*, *Allium fistulosum*, solução nutritiva, condutividade elétrica.

¹ Programa de Pós-graduação em Agronomia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

² Departamento de Fitotecnia, CCR. Av. Roraima, 1000, Campus Universitário. CEP 97105-900 Santa Maria, RS, Brasil. andriolo@smail.ufsm.br. *Autor para correspondência.

³ Alunos de graduação em Agronomia da UFSM.

ABSTRACT

Intercropping of parsley and chives grown in closed system with substrate for the production of mixed bunches of green seasoning

The objective of this research was to test an intercropping cultivation system of parsley and chives in substrate for production of commercial mixed bunches. The experiment was carried out at the Departamento de Fitotecnia-UFSM, from September 12 and October 22, 2012, using sand in polypropylene pots placed over benches and fertigated. It was compared five electrical conductivities of the nutrient solution, 0.5; 1.5; 2.0; 2.5 and 3.0 dS m⁻¹, and eight cropping arrays, consisting of four intercropping arrays with seedlings of parsley and chives from one cell of the commercial tray planted side by side in the same pot (1S+1C), from two cells of parsley and one of chives (2S+1C), one of parsley and two of chives (1S+2C), two of parsley and two of chives (2S+2C) and four monocropping arrays as controls: seedlings from one cell tray of parsley (1S) and one of chives (1C) and two of parsley (2S) and two of chives (2C) per pot. The experimental design was an entirely randomized bifactorial (5 x 8), each pot as a trial. At the end of the experiment, plants of both species were harvested separated and determined fresh (MVPA) and dry mass (MSPA) of shoot was determined. The intercropping array with seedlings of parsley and chives from one cell of the commercial tray planted side by side in the same pot (1S+1C) can be used for producing commercial mixed bunches of parsley and chives. The plants are grown simultaneously in the same pot and with the same nutrient solution at the electrical conductivity of 2.0 dS m⁻¹.

Keywords: *Petroselinum crispum*, *Allium fistulosum*, nutritive solution, electrical conductivity.

INTRODUÇÃO

A salsa (*Petroselinum crispum*) e a cebolinha (*Allium fistulosum*) são condimentos utilizados no preparo de comidas e pratos típicos em todo o Brasil, sendo comercializadas predominantemente na forma de maços mistos das duas espécies, popularmente conhecidos como cheiro-verde. No cultivo comercial

tradicional de salsa e cebolinha, geralmente são empregados sistemas de cultivos solteiros a campo. Ambas são plantadas separadamente e posteriormente colhidas por meio de cortes próximos ao colo das plantas e, então levadas à sala de embalagem. Nesse local, as folhas são selecionadas e preparadas na forma de maços mistos de salsa e cebolinha para serem comercializadas como cheiro-verde em mercados e feiras (FILGUEIRA, 2008; SEBRAE, 2011).

No sistema de cultivo convencional a campo, as plantas são colhidas mediante corte da parte aérea, e, para a formação de maços, as folhas senescentes e/ou secas devem ser retiradas. Quando existem partículas de solo e/ou outros detritos aderidos, os maços devem ser lavados. Devido a isso, essa fase se torna demorada e onerosa aos produtores, por necessitar de atenção e mão de obra. Em períodos de chuvas fortes, a colheita no sistema convencional é dificultada. Sistemas de cultivo fora do solo são uma alternativa para facilitar o manejo, a colheita e melhorar a produção e a qualidade dos maços comerciais de salsa e cebolinha. O sistema de cultivo que mais tem sido empregado é o NFT (*Nutrient Film Technique*), em que as duas culturas são cultivadas separadamente, ou seja, em cultivo solteiro para posterior formação de maços mistos (SANTOS, 2002; LUZ et al., 2012). Em sistemas de produção fora do solo, a escolha correta da solução nutritiva é determinante para o sucesso do cultivo, afetando diretamente a produção e a qualidade dos produtos. O emprego de soluções nutritivas deve levar em consideração as exigências nutricionais das culturas a serem exploradas (SCHMIDT et al., 2001; RESH, 2001). O uso de concentrações elevadas de sais na solução nutritiva pode ocasionar redução na produção e na qualidade.

O consórcio de plantas é reportado como um dos métodos mais adequados à prática da olericultura agroecológica, trazendo vantagens no aspecto ambiental, produtivo e econômico (MONTEZANO e PEIL, 2006; SOUZA e REZENDE, 2003). Também é usado como ferramenta para maximizar o uso dos recursos em sistemas de cultivo fora do solo, trazendo economia de tempo, espaço e mão de obra. Sistemas de cultivo consorciados a campo, no qual o plantio de diferentes hortaliças ocorre em fileiras alternadas, são frequentes e geralmente praticados por pequenos produtores, os quais adotam esta forma de cultivo buscando maximizar o uso do solo e a produção com os recursos disponíveis (SULLIVAN, 2003; TEIXEIRA et al., 2005).

Pesquisas têm sido realizadas com o consórcio de hortaliças, com o objetivo de conhecer aspectos importantes desses sistemas, como por exemplo: densidade e arranjo de plantas, épocas de cultivo, recomendações de adubação e interações entre espécies consorciadas (CECÍLIO FILHO e MAY, 2002; HEREDIA ZARATE et al., 2003; FERREIRA et al., 2011; MOTA et al., 2012). O cultivo consorciado exige o conhecimento das culturas, como as exigências nutricionais e as características morfológicas e fenológicas, sendo essas fundamentais na minimização de interações negativas entre as espécies (TEIXEIRA et al., 2005). Nas culturas consorciadas, ocorrem interações entre as plantas na busca pelos fatores essenciais ao crescimento e desenvolvimento; essa interação pode ser altamente prejudicial e até inviabilizar o cultivo consorciado. A competição e a alelopatia são as duas principais formas de interações. A competição entre plantas vizinhas ocorre pelos principais fatores de crescimento e desenvolvimento tais como água, radiação solar e nutrientes (TEIXEIRA et al., 2005; SALGADO e at., 2006). A alelopatia ocorre devido à liberação de compostos químicos produzidos por uma planta, podendo ser direta ou indiretamente benéfica ou prejudicial à outra espécie vegetal (TEIXEIRA et al., 2005; OUMA e JERUTO, 2010). A competição entre plantas em sistemas de cultivo fora do solo pode ser menor quando comparada ao cultivo convencional, devido à maior disponibilidade de água e de nutrientes. Tsubo et al., (2001) verificaram que a fração de radiação interceptada, a eficiência do uso da radiação e o índice de colheita foram superiores no sistema de consórcio milho e feijão comparado aos cultivos solteiros dessas espécies.

O cultivo consorciado poderia também contribuir para simplificação do processo de produção de maços comerciais mistos de salsa e cebolinha, para tanto, poder-se-ia cultivar ambas em consórcio, de forma a obter o maço comercial pronto no momento do corte. Não foram encontrados na literatura resultados sobre o consórcio dessas espécies cultivadas em sistema fechado com substrato, principalmente em relação à concentração da solução nutritiva.

O objetivo do trabalho foi testar um sistema de cultivo consorciado de salsa e cebolinha em sistema fechado com substrato visando à produção de maços comerciais mistos de salsa e cebolinha.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no interior de um abrigo de 200 m² tipo guarda-chuva, com 65% de superfície de ventilação, coberto com polietileno aditivado anti-UV de 200 µm de espessura e com 80% de transmissividade, localizado no Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), e foi realizado no período de 12 de setembro a 22 de outubro de 2012. A temperatura média do ar e a radiação solar acumulada durante o período do experimento foram obtidas em uma estação meteorológica automática, localizada a 300 metros da estufa com média de 18,6°C e 616,6 MJ m⁻², respectivamente.

O sistema de cultivo foi constituído por vasos de polietileno com volume de 2,5 dm³ preenchidos com areia de granulometria entre 1 mm e 3 mm e capacidade máxima de retenção de água de 0,238 L dm⁻³. O arranjo dos vasos foi realizado sobre bancadas a 0,80m de altura do solo, com 1,10 m de largura e 4 m de comprimento, distribuídos em quatro fileiras, na distância de 0,3 m entre vasos na fileira e 0,27 m entre fileiras, correspondente à densidade de 12 vasos por metro quadrado. As bancadas foram constituídas por telhas de fibrocimento revestidas com lona de polipropileno (GODOI et al., 2009), (Figura 1).

Mudas comerciais da cultivar Todo Ano de cebolinha e salsa Graúda Portuguesa produzidas em bandejas de poliestireno de 200 alvéolos, contendo 16 cm³ do substrato granuloso a base de fibra de coco (Golden Mix®) por alvéolo, foram adquiridas no comércio local. O número médio de mudas de salsa e cebolinha por alvéolo nas bandejas comerciais foi de oito e 10, respectivamente. Todas as mudas contidas nos alvéolos foram transplantadas para os vasos.

Durante o período experimental, a água e os nutrientes foram fornecidos por fertirrigação, empregando fita gotejadora com um gotejador por vaso. A solução nutritiva foi preparada e armazenada em caixas de polipropileno de 500 L e fornecida às plantas através de uma motobomba controlada por um programador horário. Foram feitas três fertirrigações diárias de 15 minutos, totalizando diariamente 1.125 mL por vaso, com base na transpiração potencial de hortaliças cultivadas no local (TAZZO et al., 2012), com coeficiente de drenagem de 30%. Todas as plantas da área experimental foram fertirrigadas concomitantemente. O

volume de solução nutritiva drenado retornou à caixa de estocagem da solução nutritiva e foi reutilizado, em sistema fechado.

Foi empregada, na fertirrigação, a solução nutritiva ajustada para o cultivo de plantas matrizes e produção de pontas de estolões de morangueiro no mesmo local, com baixa concentração de nitrogênio, com a seguinte composição, em mmol L⁻¹: 4,2 de NO₃⁻; 1,0 de NH₄⁺; 2,1 de H₂PO₄⁻; 3,2 de K⁺; 1,05 de Ca⁺²; 0,55 de Mg⁺² e 0,55 de SO₄⁻². As concentrações dos micronutrientes foram, em mg L⁻¹, de: 0,03 de Mo; 0,26 de B; 0,06 de Cu; 0,50 de Mn; 0,22 de Zn, por meio de uma solução estoque. A concentração do ferro foi 1,0 mg L⁻¹, fornecido separadamente na forma quelatizada. Essa solução nutritiva apresentou condutividade elétrica (CE) igual a 0,8 dS m⁻¹ e pH de 6,2. As fontes de macronutrientes foram os fertilizantes nitrato de potássio, fosfato monopotássico, nitrato de cálcio-Calcanit®, sulfato de magnésio e nitrato de amônio.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema bifatorial (5 x 8), sendo cinco condutividades elétricas (C.E) e oito sistemas de cultivo, em parcelas subdivididas. As parcelas correspondiam à C.E e as subparcelas aos sistemas de cultivo. As cinco condutividades elétricas da solução nutritiva foram: 0,5; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 dS m⁻¹. Os sistemas de cultivo foram formados por quatro sistemas de cultivo consorciados, nos quais se plantou lado a lado, em cada vaso, as mudas de salsa e de cebolinha provenientes de um alvéolo das bandejas comerciais (1S+1C); de dois alvéolos de salsa e um alvéolo de cebolinha (2S+1C); de um alvéolo de salsa e dois alvéolos de cebolinha (1S+2C); de dois alvéolos de salsa e dois alvéolos de cebolinha (2S+2C) e quatro sistemas de cultivo solteiros considerados testemunhas: mudas de um alvéolo de salsa (1S) e um de cebolinha (1C) e dois de salsa (2S) e dois de cebolinha (2C) por vaso, conforme apresentados na Figura 2.

A condutividade elétrica (C.E) e o pH da solução nutritiva foram medidos diariamente. Sempre que o valor medido da C.E apresentou um desvio de 5% em relação ao valor de referência foram feitas correções adicionando água ou alíquotas de nova solução nutritiva nas concentrações de referência. O pH foi mantido entre os limites de 5,5 e 6,5, mediante adição de NaOH para aumentar e de H₂SO₄ para reduzir, na concentração 1N.

O experimento foi concluído aos 40 dias após o plantio, quando foram coletadas todas as plantas de cinco vasos em cada um dos tratamentos, por meio

de corte a dois cm acima do nível do substrato aproximadamente. As plantas de cada uma das duas espécies foram separadas, e foram determinadas a massa verde (MVPA) e seca (MSPA) da parte aérea de plantas, após secagem em estufa de circulação forçada de ar na temperatura de 60°C até massa seca constante entre duas pesagens consecutivas.

A partir dos dados de massa verde de parte aérea foi calculado o Índice de Eficiência do Consórcio (IEC), usando a equação a seguir, adaptada de Willey (1979):

$$IEC = \frac{S_c}{S_s} + \frac{C_c}{C_s}$$

onde: S_c = MVPA de salsa produzida no sistema de cultivo consorciado;

S_s = MVPA de salsa produzida no sistema de cultivo solteiro (1S ou 2S);

C_c = MVPA de cebolinha produzida no sistema de cultivo consorciado;

C_s = MVPA de cebolinha produzida no sistema de cultivo solteiro (1C ou 2C).

Quando o IEC, for superior a 1, indicará que o consórcio é eficiente. Valores inferiores a 1 indicarão que o consórcio traz prejuízos à produção das culturas avaliadas.

Para a determinação da proporção das duas espécies no maço de referência comercial, foram adquiridos 10 maços mistos em quatro supermercados de Santa Maria. Foi determinada a massa verde total dos maços com as duas espécies, a qual variou de 150 a 210 g, com média de 175 g por maço. Em seguida, os maços foram desfeitos e as duas espécies separadas e pesadas para determinar a composição percentual de cada uma, a qual foi na média 2/3 de salsa e 1/3 de cebolinha. Essa composição foi utilizada como referência na interpretação dos resultados do experimento.

A pressuposição de normalidade dos dados foi testada e encontrada por meio do Teste de Kolmogorov-Smirnov e, posteriormente, foi realizada a análise da variância. As diferenças entre as médias do fator qualitativo foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, e as do fator quantitativo, por regressão, usando o programa estatístico SISVAR (UFLA, versão 4.2) e a planilha eletrônica Excel (Microsoft Office).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve resposta polinomial da concentração da solução nutritiva no crescimento da massa verde da parte aérea das plantas de salsa e cebolinha em todas as combinações testadas (Figura 3A, 3B e 3C). Entretanto, a amplitude da resposta não foi idêntica em todas as combinações devido ao efeito da competição entre as duas espécies quando cultivadas em consórcio. Essa competição afetou o padrão de crescimento da parte aérea em relação ao cultivo solteiro e também ao coeficiente de extinção da radiação solar no interior do dossel da cultura (dados não mostrados). Sendo a área foliar e a absorção da radiação solar incidente os dois fatores determinantes da fotossíntese, a amplitude da resposta foi menor na espécie que sofreu a competição mais forte, como pode ser constatado na Figura 3C, sistema de cultivo 2S+1C.

Para a determinação da concentração da solução nutritiva mais favorável ao crescimento de ambas as espécies optou-se pelos resultados do cultivo solteiro (1S e 1C), a fim de minimizar os efeitos da competição entre as plantas. A produção máxima de massa verde da parte aérea (MVPA) estimada pelas regressões foi de 2,0 dS m⁻¹ na salsa e 1,7 dS m⁻¹ na cebolinha, com 136,2 e 66,9 g vaso⁻¹, respectivamente. Quando foi considerada a estimativa dos cultivos solteiros e consorciados, a máxima produção de MVPA de salsa foi obtida nas concentrações compreendidas entre 2,0 a 2,2, com média de 2,1 dS m⁻¹, e de cebolinha nas concentrações entre 1,6 a 2,1 dS m⁻¹, com média de 1,9 dS m⁻¹ (Figura 3B e 3C). Concluiu-se que a concentração da solução nutritiva na condutividade elétrica de 2,0 dS m⁻¹ pode ser empregada para ambas as espécies nesse sistema de cultivo. Por esse motivo, os resultados da produção dos sistemas comparados nesse experimento são apresentados e discutidos somente na condutividade elétrica de 2,0 dS m⁻¹.

Quando as espécies foram cultivadas separadamente (cultivos solteiros), a produção de MVPA da salsa foi de 129,6 g vaso⁻¹ quando foram plantadas as mudas de apenas um alvéolo (1S/1C) e de 199,1 g vaso⁻¹ quando foram de dois alvéolos (2S/2C) (Figura 4A), com um incremento de 35%. A cebolinha passou de 63,1 g vaso⁻¹ para 100,5 g vaso⁻¹, com um incremento de 37%. Em cultivos consorciados, a cebolinha teve seu crescimento reduzido em 46% quando foram plantados dois

alvéolos de salsa e um de cebolinha no mesmo vaso (2S+1C), em relação a apenas um alvéolo por vaso (1S+1C). A salsa foi dominante, porque não houve diferença significativa na MVPA dessa espécie entre as combinações dentro de 1S e 2S.

No sistema de cultivo consorciado com um alvéolo de ambas as espécies plantados no mesmo vaso (1S+1C), a cebolinha apresentou média de 59,5 g vaso⁻¹ e não diferiu significativamente do cultivo solteiro (1S/1C) com 63,1 g vaso⁻¹. O crescimento das espécies consorciadas (2S+2C) relacionado ao cultivo solteiro (2S/2C) mostrou que apenas o crescimento da cebolinha foi reduzido significativamente, em 42,7%.

Os sistemas de cultivo solteiros (2S/2C) quando somados proporcionaram a maior produção total de MVPA com 299,5 g (Figura 4 B). Os demais sistemas de cultivo não diferiram significativamente, com média de 202,8 gramas. O sistema de cultivo 1S+1C apresentou MVPA total de 181,7 g vaso⁻¹, destes 122,2 g de salsa e 59,5 g de cebolinha, sendo o sistema de cultivo que mais se aproximou do maço de referência comercial com cerca de 175 g e 2/3 de salsa e 1/3 de cebolinha.

O IEC calculado a partir dos dados de massa verde produzida pelas culturas nos sistemas de cultivos consorciados (1S+1C; 2S+1C; 1S+2C e 2S+2C), mostra que esses são eficientes apresentando as seguintes médias, 1,89; 1,41; 1,73 e 1,44, respectivamente.

A massa seca de parte aérea (MSPA) de salsa (Figura 5A) diferiu significativamente somente entre os sistemas de cultivo que usam 1S e 2S, com médias de 11,7 e 16,8 g, respectivamente. Observou-se um aumento de 30% na massa seca com o plantio de dois alvéolos de mudas de salsa por vaso.

A cebolinha apresentou maior MSPA no sistema de cultivo solteiro (2C) com 5,3 g vaso⁻¹, sendo o crescimento superior em 40,5 % ao sistema de cultivo consorciado 2S+2C (Figura 5A). Nesse sistema, a cebolinha teve um crescimento 25% inferior ao seu crescimento no sistema de cultivo 1S+2C (4,22 g vaso⁻¹). O menor crescimento foi observado no sistema 2S+1C com 2 g vaso⁻¹, sendo o crescimento 39% inferior ao sistema de cultivo testemunha (1C). A testemunha não diferiu significativamente do sistema 1S+1C, portanto as duas culturas cultivadas neste sistema interagem sem prejuízos mútuos.

A MSPA total não diferiu significativamente entre os sistemas de cultivo compostos por 2S (Figura 5B). Os sistemas de cultivos consorciados 1S+1C e 1S+2C apresentaram crescimentos semelhantes à soma do sistema de cultivo

solteiro (1S/1C). Estes resultados seguiram a mesma tendência dos resultados verificados na MSPA da salsa, evidenciando a dominância da salsa no crescimento das culturas em consórcio.

A concentração da solução nutritiva que permitiu a máxima produção de MVPA considerando todos os tratamentos foi obtida na concentração média de 2,1 dS m⁻¹ para salsa e na concentração média de 1,9 dS m⁻¹ para cebolinha. Esses valores situaram-se próximos daqueles mostrados por Andriolo et al. (2005) para a cultura da alface cultivada no mesmo local e utilizando areia como substrato. Entretanto, esses valores são mais elevados do que aqueles encontrados no cultivo de plantas do morangueiro em areia e no mesmo local, que foi de 0,9 dSm⁻¹ na fase de produção de frutos (ANDRIOLO et al., 2009).

Em sistema NFT empregando diferentes concentrações da formulação de solução nutritiva proposta por Furlani (1999), Santos (2002) concluiu que a solução na CE de 1,6 dS m⁻¹ favoreceu a produção de massa verde da parte aérea de cebolinha e salsa crespa. Em trabalho similar ao anterior, Luz et al. (2012), confirmou maior produção de salsa crespa na mesma condutividade. No presente trabalho, a maior produção de salsa em ambos os sistemas de cultivo foi obtida em condutividades mais elevadas, compreendidas entre 2,0 e 2,2 dS m⁻¹. Na cebolinha, a maior produção obtida nos diferentes sistemas de cultivo variou entre 1,6 e 2,1 dSm⁻¹, sendo que, no cultivo solteiro, foi similar à apresentada por Santos (2002) e Luz et al., (2012). Porém, foi notória a elevação da concentração da solução nutritiva na qual se constatou o ponto de máxima produção de MVPA de cebolinha quando consorciada em comparação aos sistemas de cultivo solteiros (Figura 3). Essas diferenças podem ser atribuídas ao volume das raízes das plantas nos diferentes sistemas. No NFT, a expansão do sistema radicular é menor porque as raízes estão em contato permanente com a solução nutritiva, enquanto no cultivo em substrato tanto a disponibilidade de água como de nutrientes pode variar no período de tempo entre duas fertirrigações sucessivas. De forma semelhante, no cultivo consorciado com mais de uma planta por vaso, pode existir competição entre as plantas pela água e nutrientes, resultando em variações na C.E que podem afetar o crescimento da massa verde da parte aérea. Entretanto, essas diferenças foram pequenas e não significativas, podendo-se concluir pelo emprego de uma solução com a mesma C.E, independentemente da combinação de ambas as espécies que venha a ser empregada.

A comparação do crescimento de salsa e cebolinha no cultivo solteiro 2S/2C e 1S/1C mostrou que a duplicação do número de plantas por vaso aumentou em apenas 30% a MVPA e MSPA. Isso indica a concorrência intraespecífica de ambas as espécies, a qual não foi verificada por Heredia Zarate. et al. (2003) em cultivo a campo em linhas intercaladas. A ocorrência de competição interespecífica também foi observada nos cultivos consorciados no experimento atual, sendo visível a dominância da salsa sobre a cebolinha, possivelmente porque o crescimento da área foliar da salsa seja mais elevado do que da cebolinha, favorecendo a absorção da radiação solar fotossinteticamente ativa. Isso explicaria também a redução na produção de MVPA acima de 40% nas plantas de cebolinha em todos os sistemas consorciados com duas plantas de salsa (2S).

Nos resultados de pesquisas realizadas com consórcio de hortaliças em sistema convencional no campo com beterraba e alface (SOUZA e MACEDO, 2007), beterraba e coentro (GRANGEIRO et al., 2011) e brócolis e alface (OHSE et al., 2012), não foram encontradas diferenças significativas nas variáveis de produção quando foram comparados com os respectivos cultivos solteiros. Aqueles autores concluíram pela viabilidade agrônômica dos consórcios, através do Índice de Uso Eficiente da Terra (UET) (WILLEY, 1979), que corresponde a Razão de Área Equivalente (RAE) empregada por Heredia Zarate et al. (2003) e ao Índice de Eficiência do Consórcio (IEC) empregado no presente trabalho. Nos resultados de SOUZA e MACEDO (2007), GRANGEIRO et al. (2011) e OHSE et al. (2012) foram obtidos valores do índice superiores a 2,0. Na pesquisa atual, os valores variaram de 1,41 a 1,89, superiores aos obtidos para as culturas salsa e cebolinha por Heredia Zarate et al. (2003) no cultivo convencional no solo com fileiras intercaladas, demonstrando vantagens do sistema de cultivo em substrato que foi empregado.

Os valores inferiores de eficiência do consórcio obtidos no presente trabalho podem ser atribuídos à competição da salsa sobre a cebolinha. A competição ocorre porque essas duas espécies não apresentam a complementariedade no uso dos fatores de produção, porque competem pelos mesmos fatores e no mesmo período de tempo. Entretanto, essa competição é vantajosa na produção de maços de cheiro-verde, pois se busca no produto comercial um maço com 2/3 de salsa e 1/3 de cebolinha. Essa proporção foi obtida no sistema de cultivo consorciado 1S+1C, com MVPA de 181,7 g. Os sistemas de cultivo solteiro 1S/1C e 2S/2C quando cortados separadamente e misturados para formação dos maços comerciais,

também formam maços com a proporção das espécies desejada, no entanto no 2S/2C a MVPA atinge 299,1 g, a qual ultrapassa o padrão comercial. Além disso, os sistemas solteiros 1S/1C e 2S/2C ocupam dois vasos e necessitam de maior gasto de mão de obra para compor manualmente o maço comercial a partir de plantas cultivadas separadamente.

CONCLUSÃO

O sistema de cultivo consorciado 1S+1C formado por mudas de salsa e cebolinha provenientes de um único alvéolo das bandejas é eficiente para produzir maços comerciais mistos de cheiro verde. As plantas são cultivadas concomitantemente no mesmo vaso de 2,5 dm³ empregando a mesma solução nutritiva com condutividade elétrica de 2,0 dS m⁻¹.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro e pela concessão da bolsa de mestrado para Odair José Schmitt.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLO, J. L. et al. Growth and yield of lettuce plants under salinity. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 931- 934, out./dez., 2005.

ANDRIOLO, J. L. et al. Concentração da solução nutritiva no crescimento da planta, na produtividade e na qualidade de frutos do morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n. 3, p. 684-690, jan., 2009.

CECÍLIO FILHO, A. B.; MAY, A. Produtividade das culturas de alface e rabanete em função da época de estabelecimento do consórcio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 501-504, set., 2002.

FERREIRA R. M. A. et al. Qualidade pós-colheita de cenoura durante o desenvolvimento em monocultivo e consorciada com rabanete. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 423-428, abr./jun., 2011.

FILGUEIRA F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, UFV, 2008, 421 p.

GODOI, R. S. et al. Produção e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo com emprego de substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1039-1044, abr., 2009.

GRANGEIRO, L. C. et al . Avaliação agroeconômica das culturas da beterraba e coentro em função da época de estabelecimento do consórcio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 242-248, jan./mar., 2011.

HEREDIA ZARATE, N. A. et al. Produção e renda bruta de cebolinha e de salsa em cultivo solteiro e consorciado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 574-577, jul./set., 2003.

LUZ, J. M. Q. et al. Produção hidropônica de coentro e salsa crespa sob concentrações de solução nutritiva e posições das plantas nos perfis hidropônicos. **Biosciense Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 589-597, jul./ago., 2012.

MOTA, W. F. et al. Agronomic and economic viability of intercropping onion and lettuce. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 30, n. 2, jun., 2012.

OHSE, S. et al. Viabilidade agronômica de consórcios de brócolis e alface estabelecidos em diferentes épocas. **Idesia**, Arica, v. 30, n. 2, ago., 2012.

OUMA, G.; JERUTO, P. Sustainable horticultural crop production through intercropping: The case of fruits and vegetable crops: A review. **Agriculture and Biology Journal of North America**, v. 1, n. 5, p. 1098-1105, 2010.

RESH, H. M. **Hydroponic food production**: a definitive guidebook of soilless food growing methods. 6th. Ed. Santa Barbara: Woodbridge Press Publishing Company, 2001. 567p.

SALGADO, A. S. et al. Consórcios alface-cenoura e alface-rabanete sob manejo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 7, jul., 2006.

SANTOS, J. E. **Cultivo hidropônico de *Allium fistulosum* (cebolinha), *Ocimum basilicum* (alfavaca), e *Petroselinum crispum* Nym. (salsa) em diferentes concentrações de solução nutritiva**. Uberlândia, 2002. 38p. Dissertação-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

SCHMIDT, D. et al. Desempenho de soluções nutritivas e cultivares de alface em hidropônia. **Horticultura brasileira**, v. 19, n. 2, jul., 2001.

SEBRAE. **Cheiro-verde: Saiba como cultivar hortaliças para semear bons negócios**. Série Agricultura Familiar, Coleção Passo a Passo, 2011. Disponível em: www.sebrae.com.br/setor/horticultura. Acesso em: 18 de abr. 2013.

SOUZA, J. P.; MACEDO, M. A. S. Análise de viabilidade agroeconômica de sistemas orgânicos de produção consorciada. **ABCustos Associação Brasileira de Custos**, v. 2, n. 1, p. 57-78, 2007.

SOUZA, J. L.; REZENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

SULLIVAN, P. **Intercropping principles and production practices**. Fayetteville: ATTRA, 2003. 12 p. Disponível em: <<http://www.attra.org/attra-pub/PDF/intercrop.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2013.

TAZZO, I. F. et al. Evapotranspiração do pimentão em estufa plástica estimada com dados meteorológicos externos, na primavera. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 16, n. 3, 2012.

TEIXEIRA, I. R.; MOTA, J. H.; SILVA, A. G. Consórcio de hortaliças. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 4, p. 507-514, out./dez., 2005.

TSUBO, M.; WALKER, S.; MUKHALA, E. Comparisons of radiation use efficiency of mono-/inter-cropping systems with different row orientations. **Field Crops Research**, v.71, p.17–29, 2001.

WILLEY, R. W. Intercropping: its importance and research needs: Part 1. Competition and yield advantages. **Field Crop Abstracts**, Amsterdam, v. 32, p. 1-10, 1979.



Figura 1 - Vista do sistema de cultivo de salsa e cebolinha fora do solo aos 35 dias após o plantio. Santa Maria-RS, UFSM, 2012.

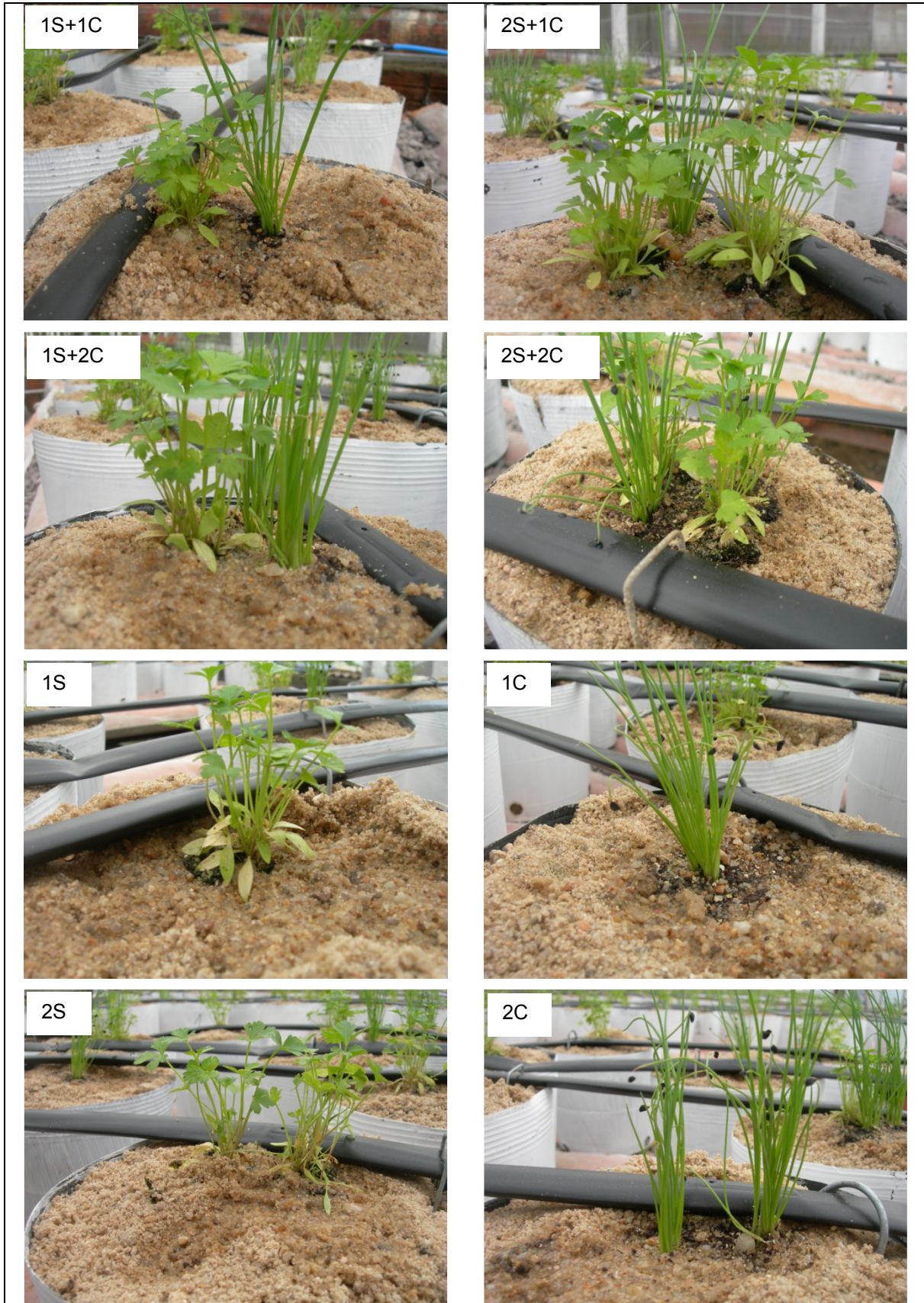


Figura 2 - Ilustração dos sistemas de cultivo consorciados (1S+1C; 2S+1C; 1S+2C; 2S+2C) e solteiros (1S; 1C; 2S; 2C) de salsa e cebolinha logo após o plantio, empregados no experimento em cinco condutividades elétricas da solução nutritiva (0,5; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 dS m^{-1}). Santa Maria-RS, UFSM, 2012.

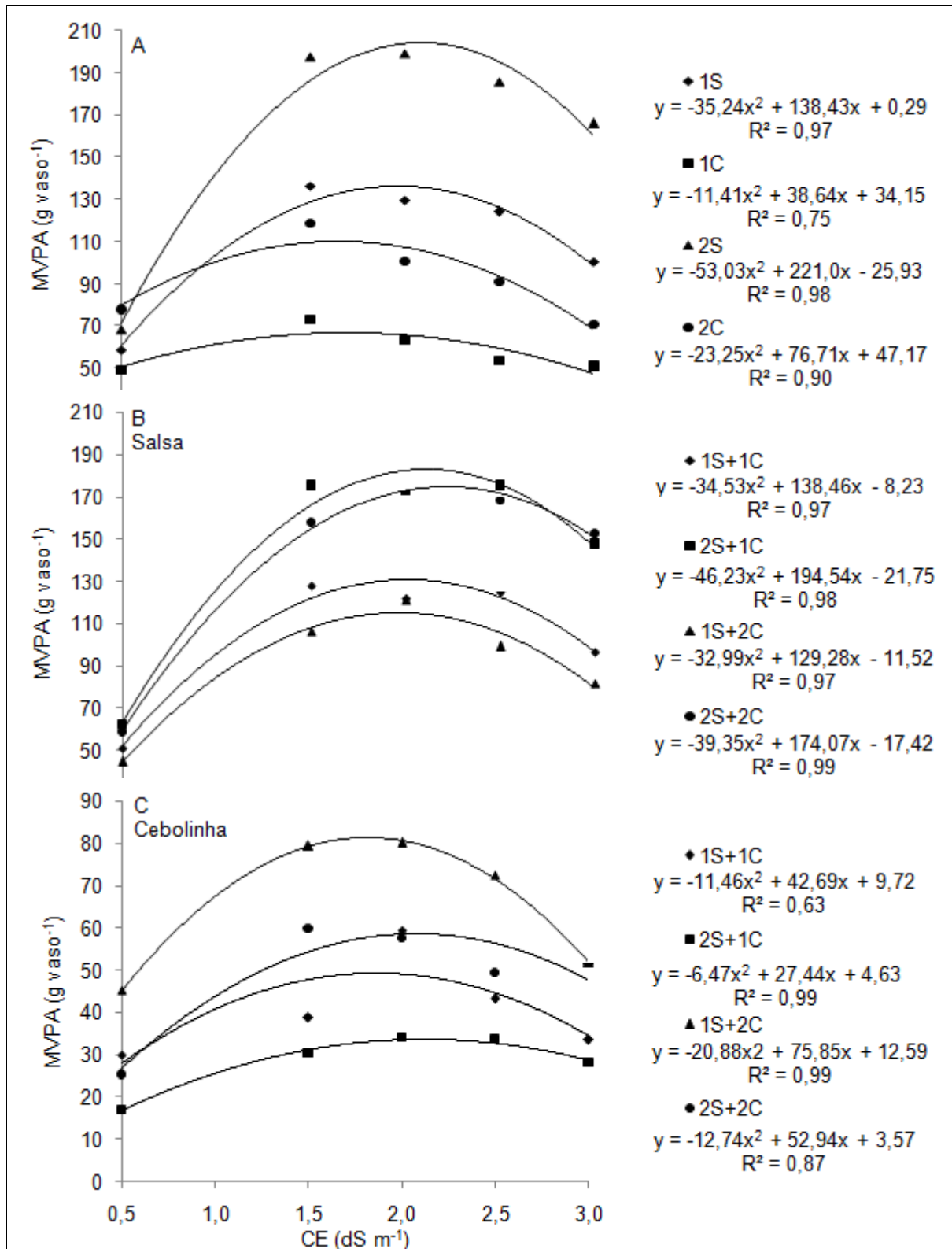


Figura 3 - Massa verde de parte aérea (MVPA) de salsa e cebolinha nos sistemas de cultivo solteiros e testemunhas (1S; 1C; 2S e 2C) (A), MVPA de plantas cultivadas em sistemas de consórcio (1S+1C; 2S+1C; 1S+2C; 2S+2C), salsa (B) e cebolinha (C), em cinco concentrações da solução nutritiva (0,5; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 dS m⁻¹). Santa Maria-RS, UFSM, 2012.

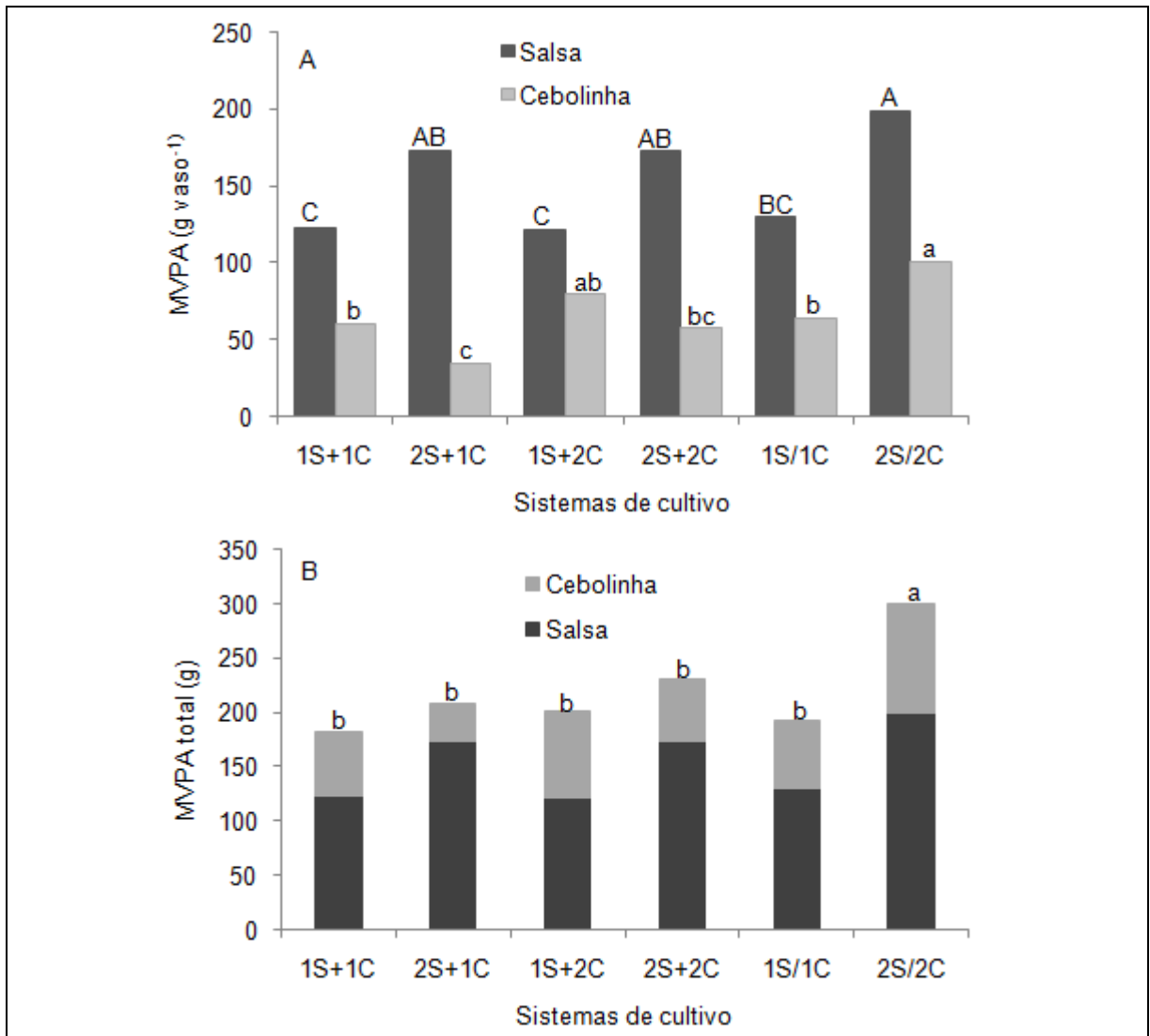


Figura 4 - Massa verde de parte aérea de salsa e cebolinha (A) e massa verde total de parte aérea de salsa e cebolinha (B) de plantas cultivadas em solução nutritiva com condutividade elétrica de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$, consorciadas sob quatro combinações (1S+1C; 2S+1C; 1S+2C; 2S+2C) e quatro cultivos solteiros (1S/1C; 2S/2C). Santa Maria-RS, UFSM, 2012.

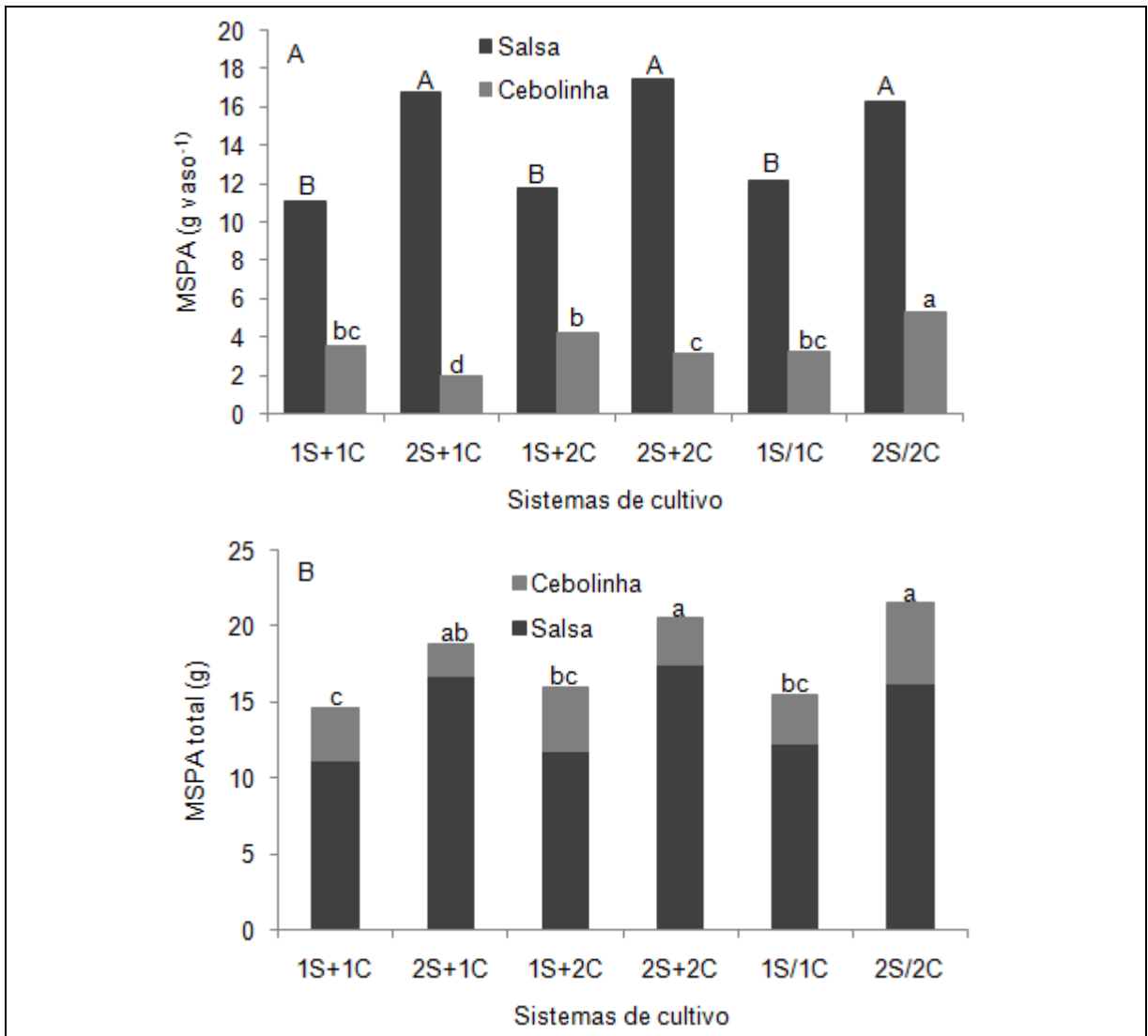


Figura 5 - Massa seca de parte aérea de salsa e cebolinha (A) e massa seca total de parte aérea de salsa e cebolinha (B) de plantas cultivadas em solução nutritiva com condutividade elétrica de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$, consorciadas sob quatro combinações e quatro cultivos solteiros (1S/1C; 2S/2C). Santa Maria-RS, UFSM, 2012.

DISCUSSÃO

Resultados de pesquisas demonstram que é possível a produção de mudas de morangueiro de elevada qualidade fisiológica e sanitária através do cultivo das plantas matrizes fora do solo e com substrato (GIMÉNEZ, 2007; OLIVEIRA et al., 2010, COCCO et al., 2011, ANTUNES; COCCO, 2012). No entanto, devem ser observados alguns critérios de manejo, tais como o uso de plantas matrizes oriundas da propagação *in vitro* livres de viroses, fungos e bactérias (CALVETE et al., 2002; GIMÉNEZ, 2008), e também as características do substrato e da solução nutritiva (ANDRIOLO, 2007; OLIVEIRA et al., 2010; JANISCH et al., 2012).

O cultivo de plantas matrizes fora do solo permite tanto a produção de mudas de raízes nuas (OLIVEIRA et al., 2010) como de mudas com torrão (COCCO et al., 2011; SCHMITT et al., 2012). Esses dois métodos podem ainda serem combinados em um mesmo ciclo de cultivo, utilizando as mesmas plantas matrizes. Para tanto, o plantio das mudas matrizes pode ser realizado em um recipiente móvel (vaso) contendo substrato. Durante o período anterior à formação das mudas com torrão, compreendido entre o plantio das matrizes (setembro/outubro) até meados de janeiro, as matrizes são cultivadas sobre bancadas em leito de cultivo, assim, as pontas de estolões emitidas enraízam e formam mudas de raízes nuas. No mês de janeiro, o produtor poderá retirar os recipientes com as plantas matrizes e transferi-los para outra(s) bancada(s), onde as pontas dos estolões emitidas serão coletadas semanalmente e enraizadas em bandejas de poliestireno contendo substrato para a formação das mudas com torrão. Isso permitirá a produção de mudas pelos dois métodos. O plantio dessas mudas na área de produção de frutos resultará em uma produção de frutos de forma precoce, proporcionada pelas mudas com torrão, e a oferta de frutos nos períodos de entressafra a preços mais elevados (COCCO et al., 2011).

A produção de mudas fora do solo também pode reduzir o número de plantas matrizes. As mudas matrizes oriundas da micropropagação *in vitro* representam um custo elevado ao viveirista ou produtor de mudas, em torno de R\$ 3,00 a unidade em 2013 (informação do autor). Dal Picio et al. (2012) determinaram a eficiência da multiplicação de plantas matrizes de morangueiro oriundas da propagação *in vitro* e verificaram que, por meio do enraizamento das primeiras 14 pontas de estolões

emitidas por cada planta matriz básica em um recipiente com substrato, resultam 14 novas matrizes. Essas mudas, multiplicadas quando usadas na produção de pontas de estolões para produção de mudas com torrão, proporcionariam uma redução de 83% das mudas micropropagadas a serem adquiridas.

Para o cultivo de plantas matrizes de morangueiro para produção de mudas nos Estados Unidos da América foi indicada a condutividades de $1,6 \text{ dS m}^{-1}$ (PARANJPE et al., 2003). Os resultados atuais mostram que essa condutividade elétrica pode ser reduzida na faixa de $0,8$ a $1,1 \text{ dS m}^{-1}$. Outros resultados mostram também que podem ser empregadas soluções nutritivas com baixa concentração de nitrogênio (N), tanto na produção de mudas de raízes nuas (OLIVEIRA et al., 2010) como de pontas de estolões (JANISCH et al., 2012). O emprego de soluções nutritivas com reduzida condutividade elétrica é vantajoso, principalmente em condições ambientais de elevada radiação, temperatura e demanda evaporativa da atmosfera, comuns no Sul do Brasil durante a época de produção de mudas. Nessas condições, a condutividade pode elevar-se entre as fertirrigações, atingindo níveis de salinidade prejudiciais ao crescimento das plantas matrizes, à produção e à qualidade das pontas de estolões e mudas produzidas. Além disso, concentrações de nutrientes e condutividades elétricas superiores às requeridas pela cultura são responsáveis pelo consumo excessivo de fertilizantes, aumentos no custo de produção das mudas, e contribuem diretamente para a poluição ambiental, principalmente quando a produção for realizada em sistemas abertos com descarte da solução drenada.

No cultivo das plantas matrizes de morangueiro empregando a C.E de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ e o sistema de produção com reaproveitamento da solução nutritiva drenada empregados no presente trabalho, foram consumidos 2.760 L de solução nutritiva, equivalente a $0,45 \text{ L}$ por planta e por dia, que significa uma economia de 830 litros de solução nutritiva e $0,45 \text{ Kg}$ de sais fertilizantes em comparação ao sistemas de abertos com drenagem perdida. Caso fosse empregada a C.E recomendada por Paranjpe et al. (2003) em sistema aberto, que é de $1,6 \text{ dS m}^{-1}$, a economia de fertilizantes passaria a ser de $2,42 \text{ Kg}$.

Pesquisas semelhantes à atual necessitam ser realizadas com o emprego de substratos orgânicos e adubação orgânica em cultivo fora do solo, avaliando a produção de pontas de estolões e mudas. A Instrução Normativa N° 64/2008 regulamenta a produção em Sistema Orgânico e determina normas para a produção

orgânica, incluindo mudas, sementes e frutos, a qual entrou em vigor no corrente ano. Essa Normativa é mais um fator de incentivo à produção nacional de mudas em sistemas fora do solo em substituição à atual importação de mudas da região da Patagônia. O sistema de cultivo fora do solo em ambiente protegido, como empregado no atual experimento, permite o uso de substratos e fertilizantes orgânicos, também denominados organominerais, na fertirrigação das plantas matrizes, de acordo com os requisitos para a produção orgânica (PARANJPE et al., 2004; LÓPEZ-GALARZA, 2010). Porém, maiores estudos voltados ao conhecimento de substratos e fertilizantes orgânicos disponíveis a nível regional que poderão ser utilizados na produção orgânica de morangos serão necessários e essenciais para a implantação e eficácia da IN nº 64/2008.

Frente à escassez brasileira de mudas com qualidade fisiológica e sanitária e o fornecimento das mudas importadas fora do período ideal para implantação das lavouras, quando objetiva-se a produção precoce de frutos, produtores da região do Vale do Caí (RS) passaram a produzir suas próprias mudas. As pontas de estolões emitidas pelas plantas após a fase de produção de frutos são enraizadas em pequenos recipientes (copos de cafezinho) contendo substrato. Com essa técnica os produtores obtêm redução de custos com aquisição de mudas e produção precoce de frutos, possibilitando preços mais elevados pagos pelo fruto, devido à entressafra (ILHA; GADEA, 2011). Fica evidente a importância da produção de mudas com torrão e a possibilidade da produção de mudas de morangueiro de forma regionalizada de acordo com a demanda e em regiões consideradas inaptas pelo atual Zoneamento Agroclimático para produção de mudas de morangueiro no Rio Grande do Sul, o qual está baseado na produção de mudas de raízes nuas (WREGE et al., 2007).

Mais pesquisas e avanços são necessários para a sustentabilidade da produção de frutos e para a reversão do cenário atual, no qual o fruto do morango figura entre os frutos altamente contaminados por agrotóxicos (ANVISA, 2011). Para tanto, faz-se necessário concentrar esforços na produção regulamentada e local de mudas, pois além de representar cerca de 20% dos custos de implantação da lavoura (MADAIL, 2008), as mudas são agentes de propagação de patógenos (GIMÉNEZ, 2008), favorecendo o uso de agrotóxicos no campo de produção de frutos, em consequência dos agentes causadores de doenças provenientes das mudas. Portanto, a IN 64/2008 é questionável, pois, a partir dela é compreendido

que a produção de mudas de morangueiro para produção orgânica seja realizada a partir das pontas de estolões emitidas pelas plantas produtoras de fruto já em cultivo orgânico. Essas possivelmente já terão sido infectadas por agentes patogênicos (fungos, bactérias ou vírus), passando as mudas a atuarem como suas disseminadoras e acumulando problemas fitossanitários ao longo dos ciclos de cultivo e de difícil controle, principalmente na produção orgânica. Para evitar esses problemas, deveria ser feita a propagação *in vitro* de mudas matrizes de origem orgânica por laboratórios credenciados e inspecionados pelo MAPA, fornecendo mudas matrizes para a propagação comercial da cultura realizada por viveiristas.

Nas culturas da salsa e cebolinha, poucas são as pesquisas realizadas relacionadas ao sistema de cultivo. No entanto, frente ao sistema tradicional de cultivo e produção destas culturas a campo, são necessárias melhorias que diminuam o período de tempo entre o plantio e a colheita e a necessidade de mão de obra para seleção e formação de maços.

O sistema de cultivo testado no presente trabalho para produção de salsa e cebolinha é inovador. A utilização do ambiente protegido (estufa) e a nutrição das culturas por meio da solução nutritiva completa propiciam a redução do ciclo de cultivo, a obtenção de um produto limpo sem as presenças de partículas de solo, folhas senescentes e secas, como também, um produto livre de agrotóxicos. Aos trabalhadores diretos, a principal vantagem do dispositivo está na questão ergonômica, uma vez que facilita o plantio, o manejo e a colheita, por retirar o cultivo junto ao solo e passá-lo para bancadas, nas quais o trabalho pode ser realizado em pé, com comodidade e protegido da ocorrência de chuvas.

Mediante o uso do dispositivo formado pelos vasos preenchidos com areia, dispostos sobre bancadas, é possível um maior controle da nutrição e principalmente da umidade junto ao sistema radicular das culturas. Esse controle é fundamental para evitar a infestação de patógenos causadores de podridões radiculares, visto que a cultura da salsa é muito sensível a esses patógenos (SEBRAE, 2011). Esse controle é elemento chave para evitar a mortalidade de plantas de salsa, impossibilitando a produção de maços mistos de salsa e cebolinha.

Neste trabalho, um dos objetivos foi verificar a possibilidade da produção de maços mistos de salsa e cebolinha com padrão comercial, formados no momento do corte. Isso é possível por meio do plantio de mudas de um alvéolo de salsa e um de cebolinha lado a lado (1S+1C) e com o emprego da solução com C.E de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$,

o que permite uma produção estimada de 120 maços mistos por metro quadrado ao ano, resultando em um aumento de 35% da produção de massa verde por hectare em relação ao cultivo convencional solteiro a campo (SEBRAE, 2011). No entanto, o dispositivo de cultivo poderá ser empregado também no cultivo destas culturas isoladas, por meio de alguns ajustes, principalmente na C.E da cultura da cebolinha que, neste caso, poderá ser reduzida para $1,6 \text{ dS m}^{-1}$, concordando com Santos, (2002). Embora essas culturas sejam comercializadas principalmente na forma *in natura* em maços mistos, poderão também ser utilizadas a nível industrial, na forma liofilizada e desidratada, como componentes de caldos, molhos, sopas instantâneas e temperos desidratados. Para tanto, a produção escalonada em larga escala e livre de partículas de solo e de folhas secas é fundamental, o que é possível pela adoção do sistema de cultivo fora do solo, testado no presente trabalho.

Além de proporcionar vantagens econômicas e ambientais, o uso de soluções nutritivas com reduzida concentração de N, no cultivo de espécies usadas para consumo humano, contribui também com a saúde de seus consumidores. O consumo de plantas com elevadas concentrações de nitrato acumulado em seus órgãos oferece riscos à saúde humana, podendo atuar no surgimento de câncer gastrointestinal (SANTAMARIA, 2006). O acúmulo de nitrato nos tecidos na cultura da salsa e demais vegetais está relacionado com alguns fatores ambientais, tais como alta incidência de radiação solar, altas temperaturas e concentrações de CO_2 e as condições de armazenamento de plantas (PETROPOULOS et al., 2008). O emprego de soluções nutritivas pouco concentradas é de extrema importância para a saúde humana, tendo em vista que resultados da literatura mostraram que níveis elevados de nitrato podem ser encontrados em plantas de salsa cultivadas com elevada disponibilidade de N (PETROPOULOS et al., 2008; MANSUROGLU et al., (2011).

O uso de rebrotes para colheitas sucessivas é comum nas culturas da salsa e cebolinha (FILGUEIRA, 2008). No entanto, no presente trabalho, foi realizado somente um corte. Para verificar a possibilidade de cortes sucessivos no sistema de cultivo consorciado dessas culturas, novas pesquisas serão necessárias, principalmente na determinação do número de cortes possíveis e sua viabilidade quanto à produtividade obtida.

CONCLUSÃO

A condutividade elétrica compreendida entre 0,8 e 1,1 dS m⁻¹ empregada no cultivo de plantas matrizes de morangueiro durante a fase de crescimento e propagação vegetativa possibilita uma maior produção de pontas de estolões e formação de mudas com torrão. No cultivo consorciado de salsa e cebolinha, é possível o uso de uma mesma solução nutritiva com C.E de 2,0 dS m⁻¹ quando se objetiva a formação de maços mistos, podendo essa também ser empregada no cultivo da salsa solteira, e a C.E de 1,6 dS m⁻¹ no cultivo solteiro de cebolinha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, D. A. et al. **Consórcio soja-milho**: V. Efeito de sistemas de consórcio e de semeadura do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 199-204, abr./jun., 1998.

ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1999, 142 p.

ANDRIOLO, J. L. **Olericultura geral: princípios e técnicas**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2002. 158p.

ANDRIOLO, J. L.; ROSS, T. D.; WITTER, M. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do tomateiro cultivado em substrato com três concentrações de nitrogênio na solução nutritiva. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1451-1457, set./out., 2004.

ANDRIOLO, J. L. et al. Growth and yield of lettuce plants under salinity. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 931-934, out./dez., 2005.

ANDRIOLO, J. L. et al. Curva crítica de diluição do nitrogênio da cultivar "Asterix" de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 7, p. 1179-1184, jul., 2006.

ANDRIOLO, J. L. Preparo e manejo da solução nutritiva na produção de mudas e de frutas do morangueiro. In: Seminário sobre o cultivo hidropônico de morangueiro, Santa Maria, RS. **Anais...**Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Fitotecnia, v.1, p. 41-50, out., 2007.

ANDRIOLO, J. L. et al. Concentração da solução nutritiva no crescimento da planta, na produtividade e na qualidade de frutas do morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 684-690, maio/jun., 2009.

ANDRIOLO, J. L. et al. Doses de potássio e cálcio no crescimento da planta, na produção e na qualidade de frutas do morangueiro em cultivo sem solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 2, fev., 2010.

ANTUNES, L. E. C.; COCCO, C. Tecnologia para a produção de frutas e mudas de morangueiro. **Agropecuária Catarinense**. Florianópolis, v. 25, n. 2, jul., 2012.

ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária e Ambiental. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos**. Relatório de atividades 2010. Brasília, 2011. 26 p. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/b380fe004965d38ab6abf74ed75891ae/Relat%C3%B3rio+PARA+2010+-+Vers%C3%A3o+Final.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 20 ago. 2012.

BENINI, E. R. Y. et al. Teor de nitrato em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 183-186, 2002.

BISH, E.B.; CANTLIFFE, D.J.; CHANDLER, C.K. A system for producing large quantities of greenhouse grown strawberry plantlets for plug production. **HortTechnology**, v. 11, p. 636-638, 2001.

BORTLOZZO, A. R. et al. **Produção de morangos no sistema semi-hidropônico**. Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho, (Circular Técnica), 24p., 2007.

BRÉS, W. Estimation of Nutrient Losses from Open Fertigation Systems to Soil during Horticultural Plant Cultivation. **Polish Journal of Environmental Studies**. v. 18, n. 3, p. 341-345, 2009.

CALVETE, E. O. et al. Análises anatômicas e da biomassa em plantas de morangueiro cultivadas in vitro e ex vitro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4 p. 649-653, dez., 2002.

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

CARRIJO, O. A. et al. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 5-9, jan./mar., 2004.

CASTELLANE, P. D. ARAUJO, J. A. C. **Cultivo sem solo - Hidroponia**. 4^a ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 43 p.

CECILIO FILHO, A. B; MAY, A. Produtividade das culturas de alface e rabanete em função da época de estabelecimento do consorcio, em relação aos monocultivos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 501-504, set., 2002.

COCCO, C. et al. Desenvolvimento e produtividade do morangueiro influenciados pelo diâmetro da coroa e período de crescimento de mudas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 7, p. 730-736, jul., 2010.

COCCO, C. et al. Crown size and transplant type on the strawberry yield. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 68, n.4, p. 489-493, jul./ago., 2011.

COSTA, P. C. et al. Condutividade elétrica da solução nutritiva e produção de alface em hidroponia. *Scientia Agrícola*, v. 58, n. 3, p. 595-597, jul./set., 2001.

DAL PICIO, M. et al. Multiplication of strawberry stock plants at different planting times. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 30, n. 3, p. 544-548, jul./set., 2012.

DAL PICIO, M. **Manejo do crescimento das plantas matrizes de morangueiro na produção de pontas de estolão**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013, 72 p.

DURNER, E. F.; POLING, E. B.; MAAS, J. L. Recent advances in strawberry plug transplant technology. **HortTechnology**, v. 12, n. 4, p. 545-550, 2002.

FACTOR, T. L. et al. Produção de salsa em função do período de cobertura com Agrotêxtil. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2 (Suplemento – CD Rom), jul./ago., 2008.

FAO. **Soilless culture for horticultural crop production**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1990. 188 p. (FAO Plant Production and Protection Paper, 101).

FERNANDEZ-JUNIOR, F. et al. Produção de frutos e estolhos do morangueiro em diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 1, p. 25-34, 2002.

FERREIRA, R. M. A. et al. Qualidade Pós-Colheita de Cenoura Durante o Desenvolvimento em Monocultivo e Consorciada com Rabanete. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 423-428, abri./jun., 2011.

FIGUEIREDO, G. Panorama da produção em ambiente protegido. Casa da agricultura, produção em ambiente protegido. 2011. Disponível em:

<<http://www.asbraer.org.br/arquivos/bibl/56-ca-producao.pdf>> Acesso em: 18 abr. 2013.

FILGUEIRA F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, UFV, 2008, 421 p.

FURLANI, P.R.; FERNANDEZ JÚNIOR, F. Cultivo hidropônico de morango em ambiente protegido. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO & ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 2., 2004, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Corrêa Antunez, L.E. et al. (Ed.). EMBRAPA, 2004. p.102-115. (Documentos 124).

GRANDE, L. et al. O cultivo protegido de hortaliças em Uberlândia-MG. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 241-244, abri./jun., 2003.

GRANGEIRO, L. C. et al. Avaliação agroeconômica das culturas da beterraba e coentro em função da época de estabelecimento do consórcio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, jan./mar., 2011.

GIMÉNEZ, G. Produção de mudas de morangueiro em hidroponia. In: Seminário sobre o cultivo hidropônico de morangueiro, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Fitotecnia, v.1, p.18-29, out., 2007.

GIMÉNEZ, G. **Seleção e propagação de clones de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. 2008. 119 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

GIMÉNEZ, G.; ANDRIOLO, J.L.; GODOI, R.S. Cultivo sem solo do morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 273-279, jan./fev., 2008.

GIMÉNEZ, G. et al. Cell size in the production of strawberry plug transplants in trays. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 7, p. 726-729, jul. 2009.

GODOI, R. S. et al. Produção e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo com emprego de substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1039-1044, jul., 2009.

HELBEL JUNIOR, C. et al. Influência da condutividade elétrica, concentração iônica e vazão de soluções nutritivas na produção de alface hidropônica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1142-1147, jul./ago., 2008.

HEREDIA ZARATE, N. A. et al. Produção e renda bruta de cebolinha e de salsa em cultivo solteiro e consorciado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21 n. 3, jul./set., 2003.

HEREDIA ZARATE, N. A. et al. Amontoas e cobertura do solo com cama-de-frango na produção de cebolinha, com duas colheitas. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 32, n. 3, p. 449-454, set., 2010.

HOCHMUTH, G; HOCHMUTH, R. Open-Field Soilless Culture of Vegetables. In: IFAS Extension SL 291, 2009. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/ss504> . Acesso em: 20 abr. 2013.

HOCHMUTH, G. et al. Containerized strawberry transplants reduce establishment period water use and enhance early growth and flowering compared with bare-root plants. **HortTechnology**, Alexandria, v. 16, p. 46-54, 2006.

ILHA, L.; GADEA, C. Curso sobre produção de morango. 2011. Em: VI Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas- Vacaria/RS – 2011. Disponível em: <http://www.cnpqv.embrapa.br/eventos/peqfrutas2011/morango_mudas.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2012.

JANISCH, D. I. et al. Nitrogen for growth of stock plants and production of strawberry runner tips. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 3, p. 394-399, out., 2012.

LIETEN, F. La fragola in Belgio-Olanda. In: FAEDI, W. (Ed.). **La fragola verso d 2000**. Convegno Nazionale. Verona: Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura, 1998. p. 83-94.

LI, Y.L.; STANGHELLINI, C. Analysis of the effect of EC and potencial transpiration on vegetative growth of tomato. **Scientia Horticulturae**, v. 89, p. 9-21, 2001.

LÓPEZ-GALARZA, S. et al. Influence of substrate on strawberry plug plant production. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 85, n. 5, p. 415–420, 2010.

LUNA, M. C. et al. Influence of nutrient solutions in an open-field soilless system on quality characteristics shelf life of fresh-cut red and green lettuces (*Lactuca sativa* L.) in different seasons. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, p. 415–421, jan., 2013.

LUZ, J. M. Q. et al. Produção hidropônica de coentro e salsa crespa sob concentrações de solução nutritiva e posições das plantas nos perfis hidropônicos. **Biosciense Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 589-597, jul./ago., 2012.

MADAIL, J. C. M. **Economia do morango**. In: IV SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO III ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 2008, Pelotas. **Palestra...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008, p.1-19.

MANSUROGLU, G. S. et al. Nitrate, Nitrite and Chlorophyll Contents of Parsley Irrigated with Different Water Levels of Mini Sprinkler Irrigation under Different Amounts of Nitrogen Fertilizers. **Journal of Cell & Plant Sciences**, v. 2, n. 3, p.1-8, 2011.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa Nº 64, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2008 – Aprova o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, 19 dez. 2008. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoF>>. Acesso em: 20 ago. 2012.

MARTINEZ, H. E. P. **O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa**. Viçosa, UFV, 2002, 61 p. Caderno Didático, n. 1.

MARTINEZ, H. E. P.; SILVA FILHO, J. B. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. 2 ed. Viçosa, UFV, 2004, 111 p.

MONTEZANO, E. M.; PEIL, R. M. N. Sistemas de Consórcio na Produção de Hortaliças. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 129 -132, abr./jun., 2006.

MORAES, C. A. G.; FURLANI, P. R. Cultivo de hortaliças de frutos em hidroponia em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 200-201, p. 105-113, 1999.

MOTA, W. F. et al. Agronomic and economic viability of intercropping onion and lettuce. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 30, n. 2, p. 349-354, abr./jun., 2012.

NASCIMENTO, D. C. et al. Crescimento e conteúdo de nutrientes minerais em mudas de mirtilheiro em sistema convencional e semi-hidropônico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 33, n. 4, p. 1155-1161, dez., 2011.

NIELSEN, N.E. Crop production in recirculating nutrient solution according to the principle of regeneration. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON SOILLESS CULTURE, 6., 1984, Lunteren, The Netherlands. **Proceedings...** Lunteren : International Society for Soilless Culture, 1984. p.421-446.

NOHAMA, M. T. R. et al. Desempenho de salsa sob diferentes telas de sombreamento. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 2 (Suplemento – CD ROM), julho, 2010.

NOVELLA, M. B. et al. Concentration of nutrient solution in the hydroponic production of potato minitubers. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1529-1533, set., 2008.

OHSE, S. et al . Viabilidade agrônômica de consórcios de brócolis e alface estabelecidos em diferentes épocas. **Idesia**, Arica, v. 30, n. 2, ago., 2012 .

OLIVEIRA, R. P. et al. **Otimização da produção nacional de mudas de morangueiro.**[S.l.]: Embrapa clima temperado, 2006. 28 p. (Documento, 162).

OLIVEIRA, R. P. et al. Produção de mudas de morangueiro em casa de vegetação utilizando recipientes suspensos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 107-109, jan./mar., 2007.

OLIVEIRA, C. S. et al. Produção e qualidade de propágulos de morangueiro em diferentes concentrações de nitrogênio no cultivo sem solo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n.4, p. 554-559, jul./ago. 2010.

OUMA , G.; JERUTO, P. Sustainable horticultural crop production through intercropping: The case of fruits and vegetable crops: A review. **Agriculture and Biology Journal of North America**, v. 1, n. 5, p. 1098-1105, 2010.

PARANJPE, A. V. et al. Winter strawberry production in greenhouses using soilless substrates: an alternative to methyl bromide soil fumigation. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v. 116, p. 98-105, 2003.

PARANJPE, A. V. et al. Developing a system to produce organic plug transplants for organic strawberry production. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, v. 117, p. 276 -282, 2004.

- PETROPOULOS, S. A.; AKOUMIANAKIS, C. A.; PASSAM, H. C. Evaluation of turnip-rooted parsley (*Petroselinum crispum* ssp. *Tuberosum*) for root and foliage production under a warm, Mediterranean climate. **Scientia Horticulturae**. v. 109, n. 3, p. 282–287, 2006.
- PETROPOULOS, S. A.; OLYMPIOS, C. M.; PASSAM, H. C. The effect of nitrogen fertilization on plant growth and the nitrate content of leaves and roots of parsley in the Mediterranean region. **Scientia Horticulturae**. v. 118, p. 255-259, 2008.
- PLAUT, Z. Irrigation with low-quality water: effects on productivity, fruit quality and physiological processes of vegetable crops. **Acta Horticulturae**, n. 449, p. 591-597, 1997.
- PORTELA, I. P.; PEIL, R. M. N.; ROMBALDI, C. V. Efeito da concentração de nutrientes no crescimento, produtividade e qualidade de morangos em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 30, n. 2, p. 266-273, abr./jun., 2012.
- PURQUERIO, L. F. V. et al. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 464-470, jul./set., 2007.
- PURQUERIO, L. F.V.; TIVELLI, S.W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. In: **Manual técnico de orientação: projeto hortalimento**. São Paulo: Codeagro, 2006. 83p
- REISSER JÚNIOR, C.; PEREIRA, J. F. M. Cultivo protegido é a chave para lucratividade. **Revista Campo e Negócios**, Uberlândia, p. 62-63, fev., 2008.
- RESH, H. M. **Hydroponic food production: a definitive guidebook of soilless food growing methods**. 6th. Ed. Santa Barbara: Woodbridge Press Publishing Company, 2001. 567p.
- REZENDE, P. M.; ANDRADE, M. J. B.; ANDRADE, L. A. B. CONSÓRCIO SOJA-MILHO II. Seleção de materiais genéticos de soja para consórcio com milho. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 16, n. 3, 1992.
- REZENDE, B. L. A.; CANATO, G. H. D.; CECÍLIO FILHO, A. B. Productivity of lettuce and radish cultivations as a function of spacing and of time of establishment of intercropping. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 607, p. 97-101, 2003.

REZENDE, R. et al. Diferentes soluções nutritivas aplicadas em duas vazões na produção hidropônica da cultura da alface. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 3, p. 354-363, jul./set., 2007.

RODRIGUES, L. R. F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. 762 p.

RODRIGUES, A. P. D. et al. Absorção de água por semente de salsa, em duas temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 1, p.49-54, 2008.

SALGADO, A. S. et al. Consórcios alface-cenoura e alface-rabanete sob manejo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 7, p. 1141-1147, jul., 2006.

SANTAMARIA, P. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.86, n.1, p.10-17, jan., 2006.

SANTOS, J. E. **Cultivo hidropônico de *Allium fistulosum* (cebolinha), *Ocimum basilicum* (alfavaca), e *Petroselinum crispum* Nym. (salsa) em diferentes concentrações de solução nutritiva**. 2002. 38 f. Dissertação-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.

SANTOS, L. L. et al. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 8, n. 1, p. 83- 93, 2010.

SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. **Morango: produção frutas do Brasil**. 40 ed. Pelotas, RS. EMBRAPA Clima Temperado, 2003. 81p.

SEBRAE. **Cheiro-verde: saiba como cultivar hortaliças para semear bons negócios**. Série Agricultura Familiar, Coleção Passo a Passo, 2011. Disponível em: www.sebrae.com.br/setor/horticultura. Acesso em: 18 abr. 2013.

SCHMITT, O. J. et al. Frigoconservação das pontas de estolões na produção de muda com torrão e frutas de morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 6, p. 955-961, jun., 2012.

SONNEVELD, C. La nutrición mineral y salinidad en los cultivos sin suelo: su manejo. In: URRESTARAZU (GAVILÁN), M. (Ed.). **Tratado de cultivo sin suelo**. 3.ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2004. Cap.8, p.305-367.

SONNEVELD, C.; VOOGT, W. **Plant Nutrition of Greenhouse Crops**, Springer, New York, U. S. A, 2009, 431 p.

SONSTEBY, A. Short-day period and temperature interactions on growth and flowering of strawberry. **Acta Horticulturae**, n. 439, p. 609-616, 1997.

SOUZA, J. P.; MACEDO, M. A. S. Análise de viabilidade agroeconômica de sistemas orgânicos de produção consorciada. **ABCustos Associação Brasileira de Custos**, São Leopoldo, v. 2, n. 1, p. 57-78, 2007.

SOUZA, J. L.; REZENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

STRAND, L. L. Strawberry growth and development. In: FLINT, M.L. (Ed.). **Integrated pest management for strawberries**. [S.l.]: University of California. Statewide IPM Project, 1994. (Publication, 3351).

SULLIVAN, P. **Intercropping principles and production practices**. Fayetteville: ATTRA, 2003. 12 p.

TAKEDA, F.; HOKANSON S. C. Strawberry fruit and plug plant production in the greenhouse. **ISHS Acta Horticulturae**, n. 626, p. 283-285, 2003.

TEIXEIRA, I. R.; MOTA, J. H.; SILVA, A. G. Consórcio de Hortaliças. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 4, p. 507-514, out./dez., 2005.

URRESTARAZU, M. La disolución de fertirrigación. In: URRESTARAZU, M. (Ed.). **Tratado de cultivo sin suelo**. 3.ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2004. Cap.7, p. 263-303.

VASQUEZ, M. A. N. et al. Efeito do ambiente protegido cultivado com melão sobre os elementos meteorológicos e sua relação com as condições externas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 137-143, jan./abr., 2005.

VIDA, J. B. et al. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 355-372, jul./ago., 2004.

VILLELA JUNIOR, L. V.; ARAÚJO, J. A. C.; FACTOR, T. L. Comportamento do meloeiro em cultivo sem solo com a utilização de biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 153-157, abri./jun., 2003.

WILLEY, R. W. Intercropping: its importance and research needs: Part 1. Competition and yield advantages. **Field Crop Abstracts**, Amsterdam, v. 32, p. 1-10, 1979.

WREGGE, M. S. et al. Zoneamento Agroclimático para a Produção de Mudas de Morangueiro no Rio Grande do Sul. **Documentos** (versão on-line), n.187. Pelotas: EMBRAPA, Abril, 2007. Disponível em:
<http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/documentos/documento_187.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2011.