



MARIANA LÚCIO GONTIJO

**DESEMPENHO DO MORANGUEIRO SUBMETIDO A
DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE
IRRIGAÇÃO NO SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO**

**LAVRAS-MG
2019**

MARIANA LÚCIO GONTIJO

**DESEMPENHO DO MORANGUEIRO SUBMETIDO A DIFERENTES ESTRATÉGIAS
DE MANEJO DE IRRIGAÇÃO NO SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Sistemas Agrícolas, área de concentração em Projeto e Manejo de Irrigação, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Adriano Valentim Diotto
Orientador

LAVRAS-MG

2019

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Gontijo, Mariana Lúcio.

Desempenho do morangueiro submetido a diferentes estratégias
de manejo de irrigação no sistema semi-hidropônico / Mariana
Lúcio Gontijo. - 2019.

55 p. : il.

Orientador(a): Adriano Valentim Diotto.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. irrigação. 2. ambiente protegido. 3. fração de lixiviação. I.
Diotto, Adriano Valentim. II. Título.

MARIANA LÚCIO GONTIJO

**DESEMPENHO DO MORANGUEIRO SUBMETIDO A DIFERENTES ESTRATÉGIAS
DE MANEJO DE IRRIGAÇÃO NO SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO**

**PERFORMANCE OF THE STRAWBERRY UNDER DIFFERENT IRRIGATION
MANAGEMENT IN THE SEMI-HYDROPONIC SYSTEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Sistemas Agrícolas, área de concentração em Projeto e Manejo de Irrigação, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada 22 de fevereiro de 2019.

Dr. Adriano Valentim Diotto

Dr. Pedro Maranhã Peche

Dra. Fabiana Silva de Souza

Prof. Dr. Adriano Valentim Diotto
Orientador

LAVRAS-MG

2019

Ao meu filho amado Theo

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus por todas as conquistas e por ter me dado saúde para realizá-las.

À Universidade Federal de Lavras, principalmente ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela confiança e oportunidade.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus pais *Antônio Lúcio* e *Ângela* por todo apoio e amor incondicionais. Sem vocês não teria chegado até aqui.

À minha irmã *Fernanda* por toda a ajuda e paciência nessa longa jornada, sem você não teria conseguido.

Á meu amor e companheiro *Miguel*, por todo o carinho e dedicação.

À minha família, meu alicerce em momentos difíceis.

À todos os colegas de classe, em especial *Lukas Boeira*, pela determinação e *Karina Vilela*, pela paciência, tornaram meus dias mais alegres e divertidos.

À todos os meus amigos, em especial *Suzimary Oliveira*, pelas conversas e confidências.

À todos os professores e funcionários do programa, em especial ao professor *Adriano Diotto*, pela orientação e ensinamentos.

Aos professores *Fabiana* e *Pedro* pela paciência, considerações e colaborações.

Muito Obrigada!

“É fundamental diminuir a distância entre o que se diz e o que se faz, de tal forma, que, num dado momento, a sua fala seja a sua prática”.

Paulo Freire

RESUMO

O morangueiro é uma cultura de grande importância econômica, principalmente no sul do estado de Minas Gerais. Mas seu cultivo vem acompanhado da utilização de muitos defensivos agrícolas, por ser uma cultura muito afetada por pragas e doenças. Nesse intuito o cultivo do morangueiro sistema semi-hidropônico surgiu como uma alternativa. Com os objetivos de avaliar qual a fração de lixiviação e a combinação do uso de água convencional e solução nutritiva que proporcionará melhor desempenho na produção em sistema semi-hidropônico, foi desenvolvido o presente trabalho. A cultivar escolhida foi a San Andreas e submetida a diferentes frações de lixiviação, 10% a mais do que o volume evapotranspirado pela cultura, 20 %, 30 % e 50 %, com cinco repetições por tratamento. O segundo experimento teve como tratamentos a variação na porcentagem de aplicação de solução nutritiva, juntamente com a de água convencional, sendo mantida a fração de lixiviação em 20 %. São eles: (T1) 100% solução nutritiva; (T2) 80 % solução nutritiva + 20 % água; (T3) 70 % solução nutritiva + 30 % água pura; (T4) 50 % solução nutritiva + 50 % água pura; (T5) 30 % solução nutritiva + 70 % água pura, totalizando cinco tratamentos com cinco repetições. As variáveis avaliadas foram diâmetro e comprimento dos frutos, massa média do fruto, a produção por planta e o número de frutos comerciais, além de avaliada a produtividade da água. Foi medido semanalmente a condutividade elétrica e o pH da solução drenada coletada após as irrigações. As características físicas não foram influenciadas pelas diferentes frações de lixiviação, mas sim pelas diferentes proporções de solução nutritiva e água convencional. Os tratamentos que receberam 30 % de fração de lixiviação produziram mais chegando a $360,3 \text{ g planta}^{-1}$. A menor porcentagem de solução nutritiva garante maior calibre de fruto e maior massa média por fruto. Já a produtividade da água não foi influenciada por nenhum dos tratamentos.

Palavras-chave: pequenos frutos, ambiente protegido, fração de lixiviação, fertirrigação.

ABSTRACT

The strawberry is a crop of great economic importance, mainly in the south of the state of Minas Gerais. But its cultivation comes accompanied by the use of many agricultural pesticides, being a crop very affected by pests and diseases. In this sense the cultivation of the strawberry semi-hydroponic system emerged as an alternative. With the objective of evaluating the leaching fraction and the combination of conventional water use and nutrient solution that will provide better performance in semi-hydroponic system production, the present work was developed. The cultivar chosen was San Andreas and submitted to different leaching fractions, 10% more than the culture evapotranspirated volume, 20%, 30% and 50%, with five replicates per treatment. The second experiment had as treatments the variation in the percentage of nutrient solution application, together with that of conventional water, and the leaching fraction was maintained at 20%. They are: (T1) 100% nutrient solution; (T2) 80% nutrient solution + 20% water; (T3) 70% nutrient solution + 30% pure water; (T4) 50% nutrient solution + 50% pure water; (T5) 30% nutrient solution + 70% pure water, totaling five treatments with five replicates. The evaluated variables were fruit diameter and length, mean fruit mass, yield per plant and number of commercial fruits, as well as water productivity. The electrical conductivity and the pH of the drained solution collected after the irrigations were measured weekly. The physical characteristics were not influenced by the different leaching fractions, but by the different proportions of nutrient solution and conventional water. Treatments that received 30% leaching fraction produced more reaching $360.3 \text{ g plant}^{-1}$. The lower percentage of nutrient solution guarantees higher fruit size and higher average fruit mass. However, water productivity was not influenced by any of the treatments.

Keywords: small fruits, protected environment, fraction of leaching, fertigation.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	11
1 INTRODUÇÃO	11
2 HIPÓTESE E OBJETIVOS	13
2.1 Hipótese	13
2.2 Objetivo geral.....	13
2.3 Objetivos específicos.....	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 O morangueiro.....	14
3.1.1 Evolução histórica e importância econômica e nutricional	14
3.1.2 Cultura do morango	15
3.2 Características dos sistemas de produção do morangueiro.....	17
3.3 Sistema semi-hidropônico	19
3.4 Manejo da irrigação e fertirrigação no sistema semi-hidropônico	20
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
SEGUNDA PARTE	29
ARTIGOS	29
Produtividade da água do morangueiro com diferentes frações de lixiviação.	29
Produtividade do morangueiro semi-hidropônico em função da combinação de diferentes proporções de solução nutritiva e água.	42

PRIMEIRA PARTE

1. INTRODUÇÃO

De grande importância econômica, e aceita na maioria dos centros consumidores para industrialização ou para o consumo *in natura* o morango é a fruta mais popular, mais consumida e mais cultivada no grupo das pequenas frutas. Por ser uma cultura com custos elevados, a contratação de mão de obra extra torna-se muitas vezes inviável, favorecendo assim a agricultura familiar.

O cultivo do morangueiro cresceu sempre acompanhado de problemas como o uso excessivo de defensivos agrícolas. Como é facilmente infestado por patógenos de solo, era indicada a rotação de culturas, mas esse manejo não era utilizado pela falta de área excedente nas propriedades, crescendo assim o uso de solarização e produtos fumigantes, como técnica de desinfestação do solo. Porém, com a proibição do uso desses produtos e a preocupação com o consumo de morangos contaminados, além da agressão ao meio ambiente, o cultivo em ambiente protegido sem solo se mostrou alternativa interessante por combinar a redução do uso de produtos tóxicos com o aumento na produtividade.

No caso de cultivo sem solo, a irrigação é indispensável, exigindo que os produtores utilizem diferentes técnicas para fornecer água e fertilizantes às culturas, de modo a garantir elevada eficiência de aplicação e adequada uniformidade de distribuição de água às plantas.

A irrigação em ambiente protegido gera maior dependência tecnológica da produção com relação à aplicação de água e fertilizantes, quando comparada com a situação em campo. Operações realizadas de forma inadequada podem maximizar problemas, tais como, o desperdício de solução nutritiva e energia, além do descarte de insumos. Uma das maiores dificuldades dos produtores na transição para o sistema sem solo é o manejo da nutrição juntamente com a irrigação, chamada fertirrigação. Como a maioria dos cultivos no Brasil são abertos o monitoramento da condutividade elétrica da solução drenada é considerado ponto chave.

Uma forma de controlar o excesso de sais próximo às raízes é a aplicação de um excedente de irrigação que promove a lixiviação desses sais. Sendo monitorada a condutividade elétrica da solução drenada o produtor toma a decisão se a próxima irrigação deve ser feita com solução nutritiva ou água convencional. Por ser feito por tentativa e erro esse tipo de manejo pode acarretar em diminuição na lucratividade do produtor por

desperdiçar adubos e gerar maior gasto com energia. Além da possibilidade de acarretar problemas como alteração na qualidade da água do reservatório próximo à propriedade, sendo este um ponto crítico do sistema, uma vez que a solução drenada é considerada agente poluidor importante.

2 HIPÓTESE E OBJETIVOS

2.1 Hipótese

A hipótese a ser avaliada é de que é possível manter a produtividade do morangueiro em sistema semi-hidropônico com diferentes manejos da fração de lixiviação.

2.2 Objetivo geral

Avaliar qual estratégia de manejo da irrigação com relação à utilização de diferentes frações de lixiviação e qual combinação do uso de água convencional com solução nutritiva será o ideal para se obter maior produtividade no cultivo do morangueiro San Andreas em sistema semi-hidropônico.

2.3 Objetivos específicos

- I. Avaliar o consumo hídrico do morango San Andreas em cultivo semi-hidropônico.
- II. Determinar a produtividade da água na cultura do morangueiro em função do uso de diferentes frações de lixiviação.
- III. Avaliar qual a fração de lixiviação ideal para se obter manter a condutividade elétrica (CE) na solução drenada.
- IV. Avaliar a possibilidade de uso de diferentes proporções de água convencional e solução nutritiva e sua influência na produtividade do morangueiro e na condutividade elétrica (CE) da solução drenada.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O morangueiro

3.1.1 Evolução histórica e importância econômica e nutricional

O termo morango deriva do latim “moru”, que significa “amora”. É uma planta nativa das terras temperadas da Europa. Seu cultivo passou a ser popular no século 18 e mais de 600 espécies foram desenvolvidas. Apesar de terem começado a ser cultivados pelos romanos em 200 a.C., os morangos eram raros até o fim do século XVIII, pois sua produção era difícil. O consumo popularizou-se só com o surgimento de uma nova espécie, de fácil reprodução e cultivo, na verdade um híbrido. Segundo Davidson (1999), os morangos consumidos atualmente (*Fragaria ananassa*) surgiram de um cruzamento casual entre duas espécies americanas levadas à região de Brest, na França. A partir do aprimoramento das técnicas de cultivo surgiram inúmeras espécies.

A fruta chegou ao Brasil por volta da década de 1930, trazida pelos colonos italianos para a cidade de Jundiaí, no interior paulista. Passou a ser cultivado também pelos imigrantes japoneses, mas nessa época a produtividade era muito pequena, em torno de 300 g m^{-2} , o que dificultava a difusão do consumo. A partir da década de 60, com a criação e o desenvolvimento de novas variedades mais resistentes e produtivas, o morangueiro passou a ser cultivado em várias regiões, de climas e solos variados, e o cultivo comercial se expandiu. Atualmente, já é possível obter uma produção de até 7 kg m^{-2} . O morango é cultivado em quase todo o país, podendo ser encontrado desde o Rio Grande do Sul até Goiás (FROTA, 2015).

Os últimos números disponibilizados pela FAO, em 2012, mostram crescimento na produção mundial de morangos. Segundo Oliveira et al. (2017), em volume de produção, o morango está entre as 20 principais frutas, essa importância é refletida pela área de 241.109 ha, produção de 4,5 bilhões de toneladas e valor de produção em torno de US\$ 15 bilhões. (FAO, 2012)

Segundo Reisser Jr. et al. (2014), a área plantada no Brasil era de aproximadamente 4.000 ha, com produção anual de aproximadamente 105.000 t. Sendo os estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, São Paulo, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina e o Distrito Federal os principais produtores.

Em 2015, segundo dados do IBGE/PAM, Minas Gerais produziu 87.681 t, com produtividade média de 46.306 t ha⁻¹, com destaque para a região do Sul de Minas, responsável por 81,59 % de toda a produção do estado. Neste mesmo ano, a quantidade de morango exportada foi de 37,2 t, equivalentes a US\$ 319,3 milhões, sendo os principais destinos, em primeiro lugar a Argentina (90,9 %), seguida de Uruguai (3,6 %) e Paraguai (2,7 %).

Além de importante economicamente, o morango tem sua importância nutricional, rico em frutose e sacarose e pobre em carboidratos. Quando consumido em uma refeição balanceada, há uma reação química que triplica os índices de absorção de ferro presentes nos vegetais, ovos e carnes. É também levemente laxativo e diurético. Supre a carência de minerais e vitaminas do Complexo B e possui queritina, que é capaz de neutralizar a ação dos radicais livres, responsáveis pelo envelhecimento das células (SANHUEZA et al., 2005).

3.1.2 Cultura do morango

O morangueiro pertence à Divisão Magnoliophyta (Angiospermae), Classe Magnoliopsida (Dicotyledoneae), Subclasse Rosidae, Ordem Rosales, Família Rosaceae, Gênero *Fragaria* L. e Espécie *Fragaria x ananassa* Duch (VICENTINI, 2010)

É uma planta herbácea estolonífera, com caule semi-subterrâneo, conhecido como coroa ou caule modificado. É uma cultura perene, apesar de ser cultivada como anual, principalmente, por questões sanitárias e fisiológicas. As folhas, de forma geral, são trifolioladas com um par de estípulas triangulares na base e possuem de 300 a 400 estômatos/mm². O que faz com que a cultura seja muito sensível à falta de água, baixa umidade relativa, alta temperatura, intensidade e duração da luz. As raízes originam-se na forma de um sistema fasciculado, crescem principalmente nas épocas de dias curtos (<12 horas de luz) e elevada temperatura do solo, que na maioria das vezes é alcançada com a utilização de cobertura plástica sobre o canteiro (HOFFMANN e BERNARDI, 2006).

O morangueiro possui estolões ou caules que se desenvolvem a partir das gemas basais das folhas, e têm a capacidade de emitir raízes e dar origem a novas plantas. As flores são hermafroditas e hemicíclicas. As pétalas são livres, lobuladas, brancas ou avermelhadas, dispostas ao redor do receptáculo proeminente, o qual, após a fecundação dos pistilos, se transforma no “morango”, o que os torna frutos falsos, sobre os quais encontram os aquênios, que são os frutos verdadeiros (HOFFMANN e BERNARDI, 2006).

A reprodução pode ser vegetativa, através de estolões ou sexuada por meio de sementes que estão contidas nos aquênios. A propagação utilizada comercialmente é a vegetativa, enquanto que a via sexuada com uso das sementes é usada com a finalidade de melhoramento genético (ANTUNES et. al., 2011). Segundo Oliveira et al. (2007), para se conseguir alto nível de resposta a qualquer tecnologia utilizada na produção de morango, incluindo o cultivo em ambiente protegido, o uso de mudas sadias é indispensável.

A polinização do morangueiro depende do transporte do pólen pelo vento e por insetos, e é crítica para a produção econômica. Em condições naturais, geralmente a polinização é deficiente. Uma vez com problemas de polinização, pistilos originam frutos deformados. O pólen é liberado durante dois ou três dias, entre 9 e 17 h, e para que ocorra a polinização, a temperatura mínima deve ser de 12 °C e a umidade relativa inferior a 94 % (SANHUEZA et al., 2005).

Tradicionalmente o morangueiro é classificado com base na frutificação de cada cultivar. Segundo Verdial (2004) são classificados em três classes: plantas de dias curtos, onde se encaixa a maioria das cultivares, estas apresentam a indução floral com fotoperíodos inferiores a 14 h. Plantas de dias longos, aquelas que florescem em condições de fotoperíodo maior que 14 horas. De acordo com Costa (2012), não são produzidas comercialmente, apesar de terem possuído relativa importância no passado. E por último, plantas de dia neutro ou aquelas insensíveis ao fotoperíodo, florescem independentemente do comprimento do dia.

De acordo com Ronque (1998), citado por Verdial (2004), a temperatura pode interferir diretamente na frutificação e no desenvolvimento vegetativo do morangueiro, sendo a variável ambiental de maior importância, seguida do fotoperíodo. Segundo Calvete et al. (2008), é importante conhecer a fenologia do morangueiro para poder ser feito escalonamento da produção e assim ampliar o período de safra, trazendo vantagens para a comercialização. Dias et al. (2009) salientam que a data de semeadura e/ou plantio, a duração do dia, a temperatura, a umidade relativa do ar, o componente genético e o manejo da planta, são os principais fatores que controlam a fenologia de uma produção de morangos.

Em trabalho realizado por Oliveira e Scivittaro (2006), avaliando o desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas, verificaram que independentemente da cultivar, as mudas importadas do Chile tiveram maior produção. Oliveira e Scivittaro (2006) explicaram essa maior produção citando Durner et al. (1987) e Ronque (1998), que dizem que a produção do morangueiro está diretamente relacionada ao acúmulo de horas de frio que as mudas receberam no viveiro, e que este deve se encontrar em região que proporcione 380 a

700 horas de frio. Outra explicação possível foi discutida por Santos e Medeiros (2003), que as mudas importadas por serem transportadas e armazenadas em câmaras frias sofrem simulação do processo de vernalização, o que pode contribuir para o aumento de produção, se comparada com mudas nacionais.

A avaliação agronômica e o desenvolvimento de pesquisas sobre novos materiais são de fundamental importância para a tomada de decisão do produtor. No Brasil são utilizadas algumas cultivares, dentre elas Oso Grande, de dias curtos e de grande adaptabilidade; Camarosa, de dias curtos, ciclos curtos e com alta capacidade de produção; Diamante, de dia neutro, propícias para cultivos adensados, com frutos grandes e Portola, de dias neutros com ampla adaptabilidade. Desenvolvida na Universidade da Califórnia, a cultivar utilizada no experimento foi a San Andreas, originária do cruzamento entre Albion e uma seleção. Cultivar de dia neutro adaptado para a Costa Central e Sul da Califórnia. Tem fruto levemente vermelho, são grandes e longos, com peso médio de 31,6 gramas. Segundo Braga (2002), o tamanho é um aspecto importante levado em conta nos programas de seleção de cultivares de morango, uma vez que maior tamanho é mais valorizado no mercado *in natura*. Não apresenta picos de produção, mantendo-se estável durante seu ciclo produtivo. Adapta-se muito bem a diferentes tipos de clima, e é uma das variedades mais plantadas no sistema semi-hidropônico. É uma planta vigorosa, moderadamente resistente ao oídio, antracnose (podridão da coroa), murcha de *Verticillium*, a podridão da coroa de *Phytophthora*, e mancha comum. Além de ser tolerante a ácaro rajado (ANTUNES et al., 2011).

3.2 Características dos sistemas de produção do morangueiro

O cultivo do morango no Brasil e no mundo, só se tornou possível devido ao desenvolvimento de cultivares adaptáveis, tanto ao ambiente quanto aos métodos de manejo e cultivo empregados. Como é uma cultura muito sensível ao déficit hídrico, a irrigação é essencial, melhorando assim a produtividade e a qualidade final do produto. Feito da maneira incorreta pode criar ambiente favorável ao desenvolvimento de doenças e aparecimento de pragas (TIMM et al., 2016).

Tradicionalmente, o morango era cultivado no solo em campo aberto. Dentre as práticas culturais mais comuns nesse tipo de cultivo destaca-se a cobertura do canteiro que evita com que as frutas entrem em contato com o solo, mantendo também a temperatura e evitando a germinação de plantas invasoras. Além disso, há a utilização de túneis baixos que

tem a função de proteger as plantas das intempéries (MEDEIROS e SANTOS, 2003). A irrigação por aspersão, imitando a chuva, provoca o molhamento da parte aérea da cultura o que propicia condições favoráveis ao aparecimento de doenças, que no caso do morangueiro, segundo Strassburguer et al. (2009), são mancha de *Mycosphaerella*, pulgão-verde, antracnose, mofo-cinza e ácaro-predador (TIMM et al., 2016).

Outra forma de cultivo do morangueiro é o sistema de cultivo orgânico que surgiu como forma de diminuir a aplicação intensiva de agrotóxicos, promovendo a agrobiodiversidade e visando a sustentabilidade econômica, social e ambiental do cultivo (PEREIRA; MELO, 2008), conforme o regulamento técnico para sistemas orgânicos de produção animal e vegetal estabelecido pela Instrução Normativa n. 46 de 2011 (BRASIL, 2011). Mas, devido aos patógenos radiculares e a dificuldade do controle sem a utilização de agrotóxicos, o cultivo sem solo começou a ser muito utilizado e vem crescendo, juntamente com técnicas de manejo da irrigação e da nutrição (MEDEIROS, STRASSBURGER e ANTUNES, 2008).

De acordo com Timm et al. (2016), com a crescente preocupação com o uso dos recursos hídricos e energéticos, tornou-se necessário recorrer a técnicas e manejos da irrigação que diminuam o consumo de água e energia. A irrigação por gotejamento tem essas características, por aplicar água em pequenas quantidades e alta frequência diretamente na região das raízes da cultura, além de permitir a aplicação de adubos via irrigação, a chamada fertirrigação, e por ter potencial de elevada uniformidade (FRIZZONE et al., 2012).

Além dos patógenos já mencionados, o morangueiro pode acumular fungos que afetam as raízes das plantas, obriga o agricultor a usar fungicidas ou a rotacionar o cultivo com outras culturas, manejo este difícil de executar em pequenas propriedades, onde há o predomínio da produção de morangos e não têm áreas disponíveis para a rotação. Além disso, a proposta de implantação de túneis baixos para evitar o molhamento da parte aérea, acabou dificultando ainda mais os tratamentos culturais, não sendo possível, por exemplo, executar, com eficiência, a limpeza do cultivo para a retirada de partes infectadas das plantas, o que acarretou em maior demanda de uso de fungicidas (SANHUEZA, 2005). Outro problema da produção no solo é ergonômico, segundo Giménez et al. (2008), a frequência com que são feitas colheitas rentes ao solo, dificulta a disponibilidade de mão-de-obra. Em vista disso o cultivo em bancadas, em recipientes sem solo, surgiu como alternativa interessante.

3.3 Sistema semi-hidropônico

O cultivo de morango semi-hidropônico surgiu como alternativa para solucionar alguns problemas referentes ao cultivo de morango no solo. Sendo caracterizado pelo cultivo em substrato inerte com a utilização de solução nutritiva como forma de adubação. O substrato inerte tem como funções suporte para as raízes das plantas e retenção da solução que contém os nutrientes necessários para as mesmas (MELO, BORTOLOZZO e VARGAS, 2006).

Segundo Sanhueza (2005), o sistema de cultivo semi-hidropônico do morango em ambiente protegido, facilitaria os tratos culturais do produtor e o monitoramento de pragas e doenças, por ser possível a eliminação de focos no início da ocorrência. Outra vantagem seria o aumento da rentabilidade, por diminuir o uso de agrotóxicos, permitindo o melhor aproveitamento de áreas pequenas e da mão-de-obra familiar. Ainda tem o benefício do uso dos slabs (sacolas), que permitem, quando alguma planta apresentar sintomas de podridões de raízes ou outra doença, o mesmo seja substituído sem grandes prejuízos para as demais plantas do sistema, logo sem prejuízos para o produtor (GONÇALVES et al., 2016).

A técnica do fluxo laminar de nutrientes, foi o primeiro sistema a ser usado no cultivo protegido, na Europa, onde teve início em 1970. Na década de 80, passou por desenvolvimento na Inglaterra, Bélgica e Holanda. (GIMÉNEZ et al., 2008). De acordo com Giménez et al. (2008), há predominância de sistemas abertos, sem a drenagem de solução nutritiva e plantas colocadas em recipientes com diferentes tipos de substratos. Sendo existente a tendência do cultivo em um sistema fechado, onde há a recirculação de solução nutritiva, devido a questões econômicas e ambientais.

Além de ser suporte e atuar na retenção de líquido, o substrato utilizado no sistema de cultivo sem solo, deve gerar ambiente adequado no que diz respeito à disponibilidade de ar e água ao sistema radicular da planta. As características de um substrato ideal são: ser isento de fitopatógenos, de fácil manejo, ter baixo custo e ser disponível para a compra, alta disponibilidade e longa durabilidade (FERNANDES, 2016).

Muitos materiais podem ser utilizados na produção de substratos. Alguns apresentam características específicas como é o caso da palha de arroz carbonizada, que tem sido utilizada por ser mais estável física e quimicamente, sendo assim mais resistente à decomposição, garantindo o uso do substrato no segundo ano de produção, além de apresentar alta porosidade, é equilibrada com outros elementos. Material de origem vegetal, a turfa, possui

baixa densidade e elevada capacidade de retenção de água. Apresenta alta capacidade de troca catiônica (CTC), e valores de pH que variam de 3,5 a 8,5. Já a perlita é obtida do tratamento que se aplica à rocha de origem vulcânica (grupo das riolitas) (MELO, BORTOLOZZO e VARGAS, 2006).

3.4 Manejo da irrigação e fertirrigação no sistema semi-hidropônico

Segundo Giménez et al. (2008), a maioria dos cultivos em sistemas semi-hidropônico feitos no mundo são abertos, ou seja, a drenagem é perdida e não se reaproveita a solução nutritiva, e no Brasil não é diferente. Esse tipo de manejo pode acarretar problemas como os relatados por Martins (2000), como alteração na qualidade da água do reservatório próximo à propriedade, sendo esse um ponto crítico do sistema, uma vez que a solução drenada é considerada um agente poluidor importante (ILHA, 2013). Além desse problema, a irrigação sem uma estratégia adequada pode trazer prejuízos financeiros para o produtor ao desperdiçar insumo e provocar maior gasto energético. Talvez o maior desafio do cultivo semi-hidropônico, em substrato, seja o domínio da nutrição, ou seja, o controle da fertirrigação, associada ao manejo da irrigação (CALVETE et al., 2016). E uma das maiores dificuldades dos produtores na transição do cultivo tradicional para o cultivo em substrato é o manejo da solução nutritiva, uma vez que o controle da condutividade elétrica e do pH frequentemente, exige mão-de-obra qualificada e equipamentos apropriados (ANDRIOLO et al., 2008).

Mesmo que grande parte da água utilizada para a irrigação seja de boa qualidade, excetuando alguns casos em regiões áridas e semi-áridas, a aplicação de fertilizantes, via água de irrigação em altas dosagens, têm elevado os níveis de salinidade tanto no plantio em solo quanto em substrato em ambiente protegido. Uma maneira de se controlar a salinidade do meio é permitir um excedente de lâminas de irrigação, para que as mesmas percolem no perfil do solo, retirando o excesso de sais e garantindo o equilíbrio da salinidade na zona radicular das plantas (MEDEIROS et al., 2016).

Segundo Gonçalves et al. (2016), no cultivo do morangueiro semi-hidropônico, no sistema aberto, o monitoramento da condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva é considerado um ponto chave. Esse monitoramento é feito através da coleta de amostras da solução drenada para a realização das medidas.

Algumas recomendações são encontradas na literatura a respeito da drenagem necessária, como a apresentada por Ilha (2016), que diz que se deve aplicar um excesso de

irrigação de cerca de 30 % para que ocorra a drenagem. De acordo com Gonçalves et al. (2016), após duas horas da irrigação liga-se de novo o sistema para promover o deslocamento da solução contida no substrato de onde se coleta a amostra. E com base nos valores obtidos da CE e pH se faz a próxima irrigação. Segundo Timm et al. (2016) citando Ehlig e Bernstein (1958) e Osawa (1965), valores da condutividade elétrica da solução drenada acima ou iguais a 1 dS m^{-1} podem reduzir a produtividade potencial do morangueiro. Logo se a condutividade elétrica estiver abaixo de 1 dS m^{-1} , irriga-se com solução nutritiva, se estiver acima desse valor, irriga-se com água convencional na próxima irrigação. Já Miranda et al. (2014) afirmam que as medidas do pH e da CE da solução drenada devem ser feitas pela manhã para servir de orientação para a tomada de decisão sobre a irrigação. Caso não tenha ocorrido drenagem no dia anterior ou a CE da solução drenada esteja acima de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$, o número de pulsos diários deve ser aumentado.

Algumas técnicas para o manejo da irrigação com águas salinas foram desenvolvidas com o objetivo de atender, principalmente, produtores das regiões áridas e semi-áridas, onde a evapotranspiração é maior que a precipitação pluviométrica e/ou é comum a presença de sais solúveis na água, o que provoca acúmulo de sais no solo. Essas técnicas podem ser adaptadas para uso em sistema semi-hidropônico, já que neste sistema a salinização também ocorre pela ausência da chuva que não entra no balanço de água do sistema de produção, e assim não lava os sais acumulados no substrato (MAROUELLI et al., 2011).

Segundo Macêdo et al. (2007), os sais solúveis produzem efeitos adversos às plantas como: aumentar a potencial osmótico, diminuindo assim a água disponível; causam um desbalanceamento nutricional; podem causar direta toxidez quando certos elementos, como cloretos, sódio e boro, estão individualmente em excesso.

Uma estratégia para minimizar esses efeitos da salinidade é a aplicação de uma lâmina de água adicional para lixiviação, que reduz o acúmulo de sais na zona radicular. Essa técnica consiste em aplicar uma lâmina de água maior que a lâmina real requerida pela cultura. A salinidade da água de irrigação, ou da solução nutritiva, e o nível crítico de tolerância da cultura determinam a fração de água em excesso que deve ser aplicada para a lixiviação dos sais (MAROUELLI, et. al. 2011).

A fração de lixiviação (FL) ou a lixiviação requerida é a porção da água que será aplicada via irrigação e será percolada para fora da zona do sistema radicular para promover a lavagem dos sais (ALLEN et al.,1998). Existem na literatura algumas fórmulas para a estimativa da FL usando como parâmetros de entrada a condutividade elétrica da água da

irrigação a ser aplicada e a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, assumindo determinado nível de perda de produção pela salinidade.

Marouelli et. al. (2011), citando Keller e Bliesner (1990) e Smith e Hancock (1986), apresenta que para irrigação por gotejamento, com alta frequência de aplicação de água, a fração de lixiviação pode ser calculada pela equação 1

$$FL = \frac{CE_a}{2 \times CE_{e100\%}} \quad (1)$$

em que:

FL = fração de lixiviação mínima requerida (decimal);

CE_a = condutividade elétrica da água de irrigação ($dS m^{-1}$);

$CE_{e100\%}$ = condutividade elétrica do extrato de saturação do solo para a qual a produtividade é reduzida em 100 % ($dS m^{-1}$).

Allen et al. (1998) apresentam como sugestão de cálculo da FL a equação 2, que leva em consideração a condutividade elétrica da água de irrigação e sugere como aceitável uma redução de produtividade de 10 % para se estimar a condutividade elétrica no extrato de saturação do solo desejável.

$$FL = \frac{CE_a}{5 \times CE_{e\%} - CE_a} \quad (2)$$

em que:

FL = fração de lixiviação mínima requerida (decimal);

CE_a = condutividade elétrica da água de irrigação ($dS m^{-1}$);

$CE_{e\%}$ = condutividade elétrica do extrato de saturação do solo para a redução de produtividade aceitável ($dS m^{-1}$).

Markley e Allen (2004) sugerem que para a condição de irrigação por gotejamento com turno de rega diário, a FL pode ser calculada pela equação 3, que é tida como um pouco mais conservadora que a equação 2.

$$FL = \frac{CE_a}{6 \times CE_{e\%} - 2 \times CE_a} \quad (3)$$

De acordo com Marouelli et al., (2011) citando Ayers e Westcot (1991) e Hoffman e Shalhevet (2007) os valores de condutividade elétrica no extrato de saturação do solo tidos como referência para a cultura do morango são de, para a redução na produtividade de 100 % ($CE_{e100\%}$) seria de $4,0 dS m^{-1}$. Já para a utilização na equação 2, é comum se aceitar o valor que promove 10 % da redução de produtividade, ou seja, uma condutividade elétrica no extrato de saturação do solo de $1,3 dS m^{-1}$.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características físicas avaliadas dos frutos não sofreram influência significativa pelas diferentes frações de lixiviação aplicadas, porém demonstraram comportamentos semelhantes, com tendência a diminuir suas proporções com o aumento da fração de lixiviação a que foram submetidos. Os tratamentos que receberam excedente de irrigação de 30 % apresentaram valor de condutividade elétrica média, da solução drenada, menor que as demais no decorrer do experimento, e obtiveram maior produção chegando a 360,3 g planta⁻¹.

O manejo alternando solução nutritiva com água convencional controla o nível salino próximo às raízes. Apesar de ser necessário um estudo na área econômica, é possível concluir que uma menor porcentagem de solução nutritiva garante maior calibre de fruto e maior massa média por fruto, o que gera ao produtor economia na produção, garantindo ganho na lucratividade.

O uso de diferentes frações de lixiviação com diferentes proporções de solução nutritiva e água convencional para o fator produtividade da água não ficou esclarecido, sendo necessária a condução dos experimentos por mais tempo. Se considerarmos que no sistema semi-hidropônico de maneira comercial as plantas do morangueiro podem ser conduzidas de 2 a 4 anos, os resultados obtidos podem não representar as respostas da cultura para todo período de cultivo, mas nos auxiliam no desenvolvimento de estudos futuros.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO – Irrigation and Drainage Paper, 56)

ANDRIOLO J. L., et al. **Cultivo sem solo do morangueiro com três métodos de fertirrigação**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.3, p.691-695, mai-jun, 2009. ISSN 0103-8478. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n3/a115cr777.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2018.

ANTUNES, L. E. C., CARVALHO, G. L., SANTOS., A. M. dos, - **A cultura do morango - 2. ed. rev. e ampl.** – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 52 p. – (Coleção Plantar, 68).

ASAE. Design and installation of microirrigation systems. **ASAE Standards**, St. Joseph, p.900-905, 2003.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8ª ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2006, 625 p.

BRAGA, K. S. M. **Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango (*Fragaria x ananassa* Duchesne –Rosaceae)**. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 46, de 6 de outubro de 2011. Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. Disponível em: <[http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/4207980b27b39cf903257a0d0045429a/\\$FILE/IN%20N%C2%BA%2046-2011.pdf](http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/4207980b27b39cf903257a0d0045429a/$FILE/IN%20N%C2%BA%2046-2011.pdf)>. Acesso em: 29 dez. 2018.

CALVETE, E. O. A. et al. Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 396-401, Junho 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452008000200022&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 11 Jul. 2017.

CALVETE, E. O. et al. Sistemas de produção fora do solo. In: ANTUNES L. E. C.; JÚNIOR, C. R.; SCHWENGBER, J. E. **Morangueiro**. Brasília, Embrapa 2016. cap. 11, p. 219-258.

COSTA R. C. da. **Ecofisiologia, rendimento e qualidade de morangueiro de dias neutros cv. albion em diferentes substratos**. Dissertação (doutorado) – Universidade de Passo Fundo, 2012.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. **Classificação e tendência climática em Lavras, MG**. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

DAVIDSON, A. *The Oxford Companion to Food* - Oxford University Press, Inglaterra, 1999.

DIAS, J.P.T.et al. Aspectos do florescimento e características físicoquímicas dos frutos da cultivar Palomar. **Horticultura Brasileira**, v. 27 p. S2323-S2328, 2009. (Suplemento - CD-ROM).

FERNANDES, C.; CORÁ J. E; BRAZ L.T, 2006. Desempenho de substratos no cultivo do tomateiro do grupo cereja. **Horticultura Brasileira**, 24: 42-46. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v24n1/a09v24n1>>. Acesso em: 12 de Jul. 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Statistical of strawberry production im word**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx>. Acesso em: 14 Jul. 2017.

FERREIRA, L. C., **Morango no Planalto, a comemoração da safra da fruta vermelha saborosa é celebrada mesmo com clima seco e dificuldades financeiras**. Disponível em: <http://www.ebc.com.br/especiais/morango-do-planalto>. Acesso em: 31 Jan. 2019.

FURLANI, P. R.; FERNANDES-JUNIOR, F. Cultivo hidropônico de morango em ambiente protegido. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2., ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS, 1., 2004, Pelotas. **Palestras**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 102-115. (Embrapa Clima. Documentos, 123). Disponível em:<<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/rsimposio.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2017.

FRIZZONE, J. A.; FREITAS, P. S. L. de; REZENDE, R.; FARIA, M. A. de **Microirrigação: gotejamento e microaspersão**. Maringá: Eduem, 2012. 356 p.

FROTA, M. C. **As diferentes variedades existentes já permitem que o morango seja cultivado em várias regiões do país**. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC921364-1641-1,00.html>. Acesso em: 4 Mai. 2018.

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

GERALDINI, F., MARCOMINI, L., RODRIGUES, G. Pequenos mercados, grandes oportunidades: Boas opções para diversificar a produção. **Revista Hortifrut Brasil**. Piracicaba, ESALQ/USP, Ano 16, nº 17, Setembro de 2017.

GONÇALVES M. A., VIGNOLO G. K., ANTUNES L. E. C., REISSER JUNIOR C. **Produção de Morango Fora do Solo** Embrapa Clima Temperado Pelotas – RS ISSN 1516-8840 Abril, 2016.

GOMEZ, F. M. **Morphology of a typical strawberry plant and its runners Mature strawberry plant**. Disponível em: http://canacopegdl.com/single.php?id=https://www.researchgate.net/profile/Fernando_Gomez_Merino/publication/268037619/figure/fig1/AS:295484188053504@1447460328227/at.png. Acesso em: 16 Mai. 2018.

HALSEMA, G. V.; VICENT, L. Efficiency and productivity terms for water management: A matter of contextual relativism versus general absolutism. **Agricultural Water Maagement**. Vol. 108, p. 9-15. 2012.

HOFFMANN, A. E. BERNARDI, J. **Produção de Morangos no Sistema Semi-Hidropônico**. Embrapa Uva e Vinho Sistemas de Produção, 15 ISSN 1678-8761 Versão Eletrônica Ago./2006.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal – PAM**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 13 Jul. 2017.

ILHA, L. H. **Produção de morango semi-hidropônico**. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 7., Vacaria, 2013. Curso.

KARLIDAG, H., YILDIRIM, E., TURAN, M. O ácido salicílico melhora o efeito adverso do estresse salino no morango. **Sci. agric.** (Piracicaba, Braz.), Piracicaba, v. 66, n. 2, p. 180-187, abr. 2009. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162009000200006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 30 Jan. 2019.

MACÊDO L. de S., SOUSA, M. R. de. MORRIL, W. B. B., Drenagem para o controle da salinidade. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, João Pessoa, v.1., n.2, p.69-71, dez. 2007

MANTOVANI, E.C. **AVALIA: Programa de avaliação da irrigação por aspersão e localizada**. Viçosa: UFV, 2001.

MARKLEY, G.P.; ALLEN, R.G. **Sprinkler and Trickle Irrigation** Lecture Notes. Department of Biological and Engineering, Utah State University, Logan, Utah, 2004.

MAROUELLI et. al. Manejo da água de irrigação. In: SOUSA, V. F. de et. al. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 157 – 232.

MEDEIROS, P. R. F de et al. Salinidade em ambiente protegido. In: GHEYI, H. R. et al. **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. 2 ed Fortaleza, 2016. cap. 6, p. 113-120.

MEDEIROS, A. R. M. de; SANTOS, A. M. dos. Práticas culturais. In: In: SANTOS, A. M. dos; MEDEIROS, A. R. M de (Orgs.). **Morango, Produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, p. 53-56. (Frutas do Brasil; 40).

MEDEIROS, C. A. B.; STRASSBURGER A.S; ANTUNES L. E. C. Avaliação de substratos constituídos de casca de arroz no cultivo sem solo do morangueiro. **Hortic. bras.**, Brasília, v. 26, n. 2, p. S4827-S4831, jul./ago. 2008.

MELO G. W. B. de. BORTOLOZZO A. R., VARGAS L. **Produção de Morangos no Sistema Semi-Hidropônico**. Embrapa Uva e Vinho - Sistemas de Produção, 15 - ISSN 1678-8761 Versão Eletrônica Dez/2006. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidropnico/substratos.htm>. Acesso em: 4 Abr. 2018.

MIRANDA, F. R. de et al., **Produção de Morangos em Sistema Hidropônico Fechado, Empregando Substrato de Fibra de Coco, na Serra da Ibiapaba, CE.** Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2014. 13 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular técnica, 46). Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Pedro_Paula_Pessoa/publication/267866950. Acesso em: 03 jan. 2019.

OLIVEIRA, E. C. et al. Evapotranspiration of rose cultivated in protected environment. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** Campina Grande, v. 18, n. 3, p. 314-321, Mar. 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662014000300011&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 27 Mar. 2018.

OLIVEIRA, I. P.; BELARMINO, L. C.; BELARMINO, A. J. **Viabilidade da produção de morango no sistema semi-hidropônico recirculante.** Custos e @gronegocio on line - v. 13, n. 1 – Jan/Mar - 2017. Disponível em: www.custoseagronegocioonline.com.br. Acesso em: 12 de Jul. 2017.

OLIVEIRA, R. P. de; BRAHM, R. U.; SCIVITTARO W. B. **Produção de mudas de morangueiro em casa-de-vegetação utilizando recipientes suspensos.** Horticultura Brasileira, Brasília, v.25, n.1, p. 107- 109, 2007.

PEREIRA, W.; MELO, W. F. de. **Manejo de plantas espontâneas no sistema de produção orgânica de hortaliças.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008, p. 1-8. (Circular Técnica; 62).

REISSER JUNIOR, C., ANTUNES, L. E. C., ALDRIGHI, M., VIGNOLO, G. Panorama do cultivo do morango no Brasil. **Revista Campo & Negócios**, p. 58-59, 2014. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1006165>. Acesso em: 12 Jul. 2017.

RONQUE, E. R. V. **A cultura do morangueiro: revisão e prática.** Curitiba: Emater-PR, 1998. 206 p.

SANHUEZA, R. M. V., HOFFMANN, A., ANTUNES, L. E. C., FREIRE, J. de M. **Sistema de Produção de Morango para a Mesa na Região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste.** Embrapa Uva e Vinho. Sistema de Produção, 6 ISSN 1678-8761 Versão Eletrônica Dez./2005.

TAZZO I. F. et al. Exigência térmica de duas seleções e quatro Cultivares de morangueiro cultivado no planalto catarinense. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 37, n. 3, p. 550-558, Setembro 2015.

TIMM, L.C. et al. Manejo da Água. In: ANTUNES L. E. C.; JÚNIOR, C. R.; SCHWENGBER, J. E. **Morangueiro.** Brasília, Embrapa 2016. cap. 13, p. 281-332.

VERDIAL, M. F. **Frigoconservação e vernalização de mudas de morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch.) produzidas em sistemas de vasos suspensos.** 2004. Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” /USP, Piracicaba, 2004.

VICENTINI, V. B. **Tecnologias alternativas com potencial de ação sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch no Morangueiro *Fragaria x ananassa* Duch.** 2010. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/6624/1/Victor%20Bernardo%20Vicentini.pdf>. Acesso em: 13 Jul. 2017.

SEGUNDA PARTE**ARTIGOS**

Primeiro Artigo:

Produtividade da água do morangueiro com diferentes frações de lixiviação.

Strawberry productivity of water with different leaching fractions

(VERSÃO PRELIMINAR)

Artigo redigido nas normas da *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*

1 **Produtividade da água do morangueiro com diferentes frações de lixiviação**

2 **Resumo:** O morangueiro é uma cultura de grande importância econômica. Mas por ser
3 muito susceptível ao ataque de pragas e doenças tornou-se necessária a utilização de
4 novas técnicas de manejo, como o cultivo semi-hidropônico. Uma das maiores
5 dificuldades dos produtores na transição é o manejo da fertirrigação. Como a maioria
6 dos cultivos no Brasil é aberta, o monitoramento da condutividade elétrica da solução
7 drenada é considerado um ponto chave. O objetivo do trabalho foi avaliar o controle dos
8 níveis salinos e a produtividade do morangueiro San Andreas, submetido a diferentes
9 frações de lixiviação. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente
10 casualizado. Tendo como tratamentos diferentes frações de lixiviação, equivalentes a
11 10, 20, 30 e 50 % de excedente de irrigação. As características físicas dos frutos
12 avaliadas não foram afetadas significativamente a 5 % de significância pelo teste Skott-
13 Knott. Porém a produção foi maior naquelas plantas que receberam uma fração de
14 lixiviação equivalente a 30 %.

15 **Palavras-chave:** morango, semi-hidropônico, fração de lixiviação, condutividade
16 elétrica.

17 **Strawberry productivity water with different leaching fractions**

18 **Abstract:** Strawberry is a culture of great economic importance. But because it is very
19 susceptible to the attack of pests and diseases, it became necessary to use new
20 management techniques, such as semi-hydroponic cultivation. One of the major
21 difficulties for producers in the transition is the management of fertigation. As most
22 crops in Brazil are opened, the monitoring of the electrical conductivity of the drained
23 solution is considered a key point. The objective of this work was to evaluate the
24 control of saline levels and yield of San Andreas strawberry, submitted to different
25 leaching fractions. The experimental design was completely randomized. Having

26 different treatments as leaching fractions, equivalent to 10, 20, 30 and 50% of excess
27 irrigation. The physical characteristics of the evaluated fruits were not significantly
28 affected at 5 % of significance by the Skott-Knott test. However, the production was
29 higher in those plants that received a leaching fraction equivalent to 30 %.

30 **Key words:** strawberry, semi-hydroponic, leaching fraction, electrical conductivity.

31

32

INTRODUÇÃO

33 De grande importância econômica, consumido *in natura* ou utilizado pela
34 indústria alimentícia, o morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) é a fruta mais popular,
35 mais cultivada e mais consumida no grupo das pequenas frutas (TAZZO et al., 2015).

36 O desenvolvimento de novas técnicas de cultivo tornou-se necessário frente à
37 preocupação crescente com o uso dos recursos hídricos e energéticos. Uma vez que o
38 morangueiro é muito susceptível ao ataque de pragas e doenças, e por ser cultivado em
39 pequenas propriedades onde é difícil a rotação de culturas, o cultivo sem solo surgiu
40 como alternativa interessante para tentar minimizar estes problemas, e viabilizar a
41 produção sem a contaminação dos frutos (TIMM et al., 2016).

42 O manejo da fertirrigação é uma das maiores dificuldades dos produtores na
43 transição para o cultivo semi-hidropônico (ANDRIOLO et al., 2009). Como a maioria
44 dos cultivos no Brasil são abertos, sem aproveitamento do drenado (GIMÉNEZ et al.,
45 2008), o monitoramento da condutividade elétrica da solução drenada é considerado
46 um ponto chave (GONÇALVES et al., 2016). Uma vez que o morangueiro, segundo
47 Karlidag et al. (2009) é considerado uma espécie sensível à salinidade afetando
48 negativamente crescimento e produção da cultura.

49 De acordo com Ilha (2016) uma maneira de controlar o acúmulo de sais próximo
50 às raízes das plantas é a aplicação de um excesso de irrigação de cerca de 30 % para que
51 ocorra a drenagem. A fração de lixiviação (FL) ou a lixiviação requerida é a porção da
52 água que será aplicada via irrigação e será percolada para fora da zona do sistema
53 radicular para promover a lavagem dos sais (ALLEN et al.,1998).

54 Neste contexto o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes frações de
55 lixiviação na produtividade do morangueiro San Andreas.

56 MATERIAL E MÉTODOS

57 O presente estudo foi desenvolvido na área experimental do Departamento de
58 Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Lavras, localizada a
59 21°14' de latitude sul, 45°00' de longitude oeste e altitude média de 918 metros. A
60 classificação climática da região, segundo Köppen, é do tipo Cwa, caracterizado por
61 clima temperado chuvoso (ALVARES et al., 2013).

62 As mudas foram adquiridas de uma revenda que as importa de um viveiro
63 credenciado no Chile e transplantadas no dia 09 de junho de 2018 em slabs (sacolas),
64 sendo quatro plantas por slab, com capacidade de 15 litros preenchidos com substrato
65 comercial Carolina Soil®. Os slabs foram dispostos de forma aleatória em quatro
66 bancadas, dentro do ambiente protegido e irrigados por gotejamento. Foi utilizado um
67 gotejador por slab, com vazão de 4L/h, sendo dividido em quatro estacas gotejadoras
68 (Figuras 1A e 1B). Os tratamentos foram aplicados 30 dias após o transplante e foram
69 aplicados até o dia 13 de novembro de 2018, totalizando 162 dias de experimento.



70

71 Figura 1: (A) Detalhe da estaca gotejadora e (B) Disposição nos slabs. Fonte: Arquivo pessoal.

72 Foram avaliadas quatro diferentes frações de lixiviação, sendo estas 10 % (T1),
 73 20 % (T2), 30 % (T3) e 50 % (T4) a mais do volume evapotranspirado pela cultura,
 74 determinado diariamente por lisímetria de pesagem dos slabs, configurando lâminas
 75 excedentes de irrigação. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com
 76 cinco repetições, cada repetição contendo um slab e cada slab com quatro plantas,
 77 totalizando vinte slabs e oitenta plantas.

78 O tempo de irrigação foi obtido através da equação 1 apresentada abaixo:

$$79 \quad T = \frac{60 \times V_p}{Q_g} \quad (1)$$

80 em que:

81 T = tempo de irrigação (min);

82 V_p = volume a ser irrigado (L);

83 Q_g = vazão nominal do gotejador (no caso 4 L h^{-1}).

84 Durante os experimentos foram coletados os dados de temperatura do ar e
 85 umidade relativa, máximas e mínimas, por meio de uma estação meteorológica instalada

86 no interior do ambiente protegido e, posteriormente, foi feita uma comparação, para o
87 período de condução, entre os dados obtidos com os dados disponibilizados pelo
88 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para a estação convencional da cidade de
89 Lavras – MG.

90 A solução nutritiva foi formulada de acordo com a recomendação de Furlany e
91 Fernandes Junior (2004), e mantida com a condutividade elétrica entre 1,4 e 1,5 dS m⁻¹
92 (MELO e BORTOLOZZOELO, 2006) e pH entre 5,5 e 6,5 (GIMÉNEZ et al., 2008).
93 Foram coletados semanalmente a solução drenada dos slabs e monitorados os valores de
94 condutividade elétrica e pH, a fim de acompanhar o comportamento das variáveis ao
95 longo do tempo.

96 As colheitas foram realizadas, de uma a três vezes por semana de acordo com a
97 produção e o amadurecimento dos frutos. As variáveis avaliadas foram diâmetro e
98 comprimento dos frutos com o uso de paquímetro digital, massa média do fruto foi
99 determinada com uma balança digital, produtividade por planta e o número de frutos
100 comerciais, considerados aqueles com mais de seis gramas, sem injúrias, doenças ou
101 deformações (CALVETE et al., 2008). A produção por planta (g planta⁻¹) foi obtida pela
102 massa de frutos produzidos por tratamento dividido pelo número de plantas por
103 tratamento. E a massa média do fruto pelo quociente entre a massa fresca por planta e o
104 número de frutos por planta.

105 A produtividade da água, que visa avaliar a produção por unidade de água
106 utilizada, tanto em condições de sequeiro como irrigadas, é um dos conceitos que vem
107 desempenhando um papel crucial no setor agrícola moderno. Segundo Haselma e Vicent
108 (2012), este conceito atribui valor específico para a produtividade da água que pode ser
109 utilizado como indicador em tempos e localidades com escassez relativa de água, por
110 exemplo.

111 Para a determinação da produtividade da água em função da produção de massa
112 fresca por planta, foi utilizada a equação 2, descrita abaixo:

$$113 \quad PAp = \frac{PMF}{AT} \quad (2)$$

114 em que:

115 PA_p = produtividade da água em relação à produção de massa fresca de frutos. (g L^{-1});

116 PMF = produção de massa fresca de frutos (g plantas^{-1});

117 AT = água total aplicada (L planta^{-1}).

118 A análise estatística foi realizada por meio da análise de variância dos dados
119 (teste F) e os tratamentos comparados pelo teste de Scott-Knott a 5 % de significância.
120 Quando houve diferença significativa entre os tratamentos, os dados foram submetidos
121 à análise de regressão pelo programa estatístico SISVAR 5.6[®].

122 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

123 As temperaturas médias do ar obtidas durante o experimento dentro do ambiente
124 protegido foram de 15,1 °C e 29,4 °C, mínima e máxima respectivamente. Já as
125 temperaturas mínima e máxima do ambiente externo foram de 14,8 °C e 26,7 °C,
126 respectivamente. Como esperado, devido à cobertura plástica, os valores de temperatura
127 dentro do ambiente protegido foram mais altos. De acordo com Tazzo et al. (2015), a
128 temperatura média do ar dentro do ambiente protegido esteve acima da temperatura-
129 base para o desenvolvimento do morangueiro que é de 7 °C durante toda a condução do
130 experimento. A umidade relativa média obtida no interior do ambiente protegido foi
131 mínima de 33,4 % e máxima de 84,5 %, já as obtidas no ambiente externo foram de
132 50,4 % e 82,9 %, mínima e máxima respectivamente. De acordo com Sanhueza et al.
133 (2005), para que ocorra a polinização a temperatura mínima deve ser de 12 °C e a
134 umidade relativa inferior a 94 %, confirmando assim que a temperatura e umidade

135 relativa obtidas no ambiente protegido foram próximas as tidas como ideais para a
136 polinização, logo para produção do morangueiro.

137 Os valores de condutividade elétrica (CE) flutuaram de acordo com a fração de
138 lixiviação aplicada em cada tratamento. As médias durante o período experimental
139 foram de 1,80; 1,99; 1,93 e 1,61 dS m⁻¹ em T1, T2, T3 e T4, respectivamente,. Assim
140 como os valores de pH, que foram de 6,15; 6,25; 6,20 e 6,43 em T1, T2, T3 e T4
141 respectivamente. Ambas as variáveis apresentaram diferença significativa no tratamento
142 com 50% de fração de lixiviação (Tabela 1). Segundo Andriolo et al. (2009), essas
143 variações são atribuídas às dinâmicas de absorção de água e nutrientes. Os resultados
144 também confirmam o fato de que maior fração de lixiviação proporcionada maior
145 lâmina de irrigação garante um equilíbrio da salinidade na zona radicular das plantas
146 (MEDEIROS et al., 2016).

147 Na Tabela 1 observa-se que não houve diferença significativa entre os
148 tratamentos aplicados, as diferentes frações de lixiviação, entre as variáveis diâmetro do
149 fruto, comprimento do fruto, massa média dos frutos, número de frutos comerciais, e a
150 produtividade da água em nível de significância de 5 % pelo teste Scott-Knott. Já a
151 produção por planta apresentou diferença significativa pelos tratamentos aplicados.

152 Tabela 1: Diâmetro do fruto (DF), comprimento do fruto (CF), massa média por fruto (MF), produção por
153 planta (PRP), número de frutos comerciais (NF), produtividade da água (PA), condutividade elétrica (CE)
154 e pH.

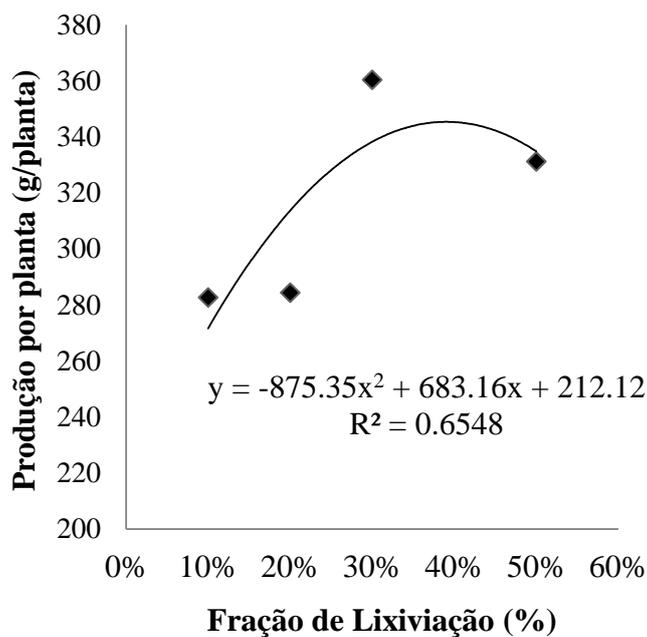
Tratamento	DF (mm)	CF (mm)	MF (g)	PRP (g)	NF	PA (g/L)	CE (dS/m)	pH
T1	29,76 ^a	38,44 ^a	14,83 ^a	269,74 ^a	73,00 ^a	16,76 ^a	1,80 ^a	6,15 ^a
T2	30,85 ^a	38,67 ^a	16,60 ^a	274,43 ^a	73,00 ^a	15,63 ^a	1,99 ^a	6,25 ^a
T3	31,46 ^a	39,80 ^a	17,46 ^a	341,49 ^b	79,20 ^a	17,95 ^a	1,93 ^a	6,20 ^a
T4	31,35 ^a	39,52 ^a	16,74 ^a	313,61 ^b	84,60 ^a	14,29 ^a	1,61 ^b	6,43 ^b
C.V. (%)	3,72	3,98	10,74	14,29	21,21	14,56	5,60	1,41
Média	30,85	39,11	16,41	299,82	77,45	16,16	1,83	6,26

155 Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Skott-Knott a 5% de probabilidade de
156 erro.

157

158 As plantas que receberam fração de lixiviação equivalente a 30 % apresentaram
159 maior produção por planta, se comparados com as plantas dos outros tratamentos.
160 Produção esta considerada estatisticamente igual ao tratamento que recebeu excedente
161 de irrigação de 50%. O que corrobora ao afirmado por Ilha (2016), que observou que
162 para ocorrer drenagem, com lavagem dos sais, deve-se aplicar um excesso de irrigação
163 de 30 %. Segundo Marouelli et al. (2011), a lâmina de lixiviação reduz o acúmulo de
164 sais na zona radicular, evitando o aumento na salinidade, o que dificulta a absorção de
165 água e nutrientes pelas plantas prejudicando a produção. E comprovando que não é
166 necessária uma fração de lixiviação muito alta para evitar que se acumulem os sais
167 próximo às raízes.

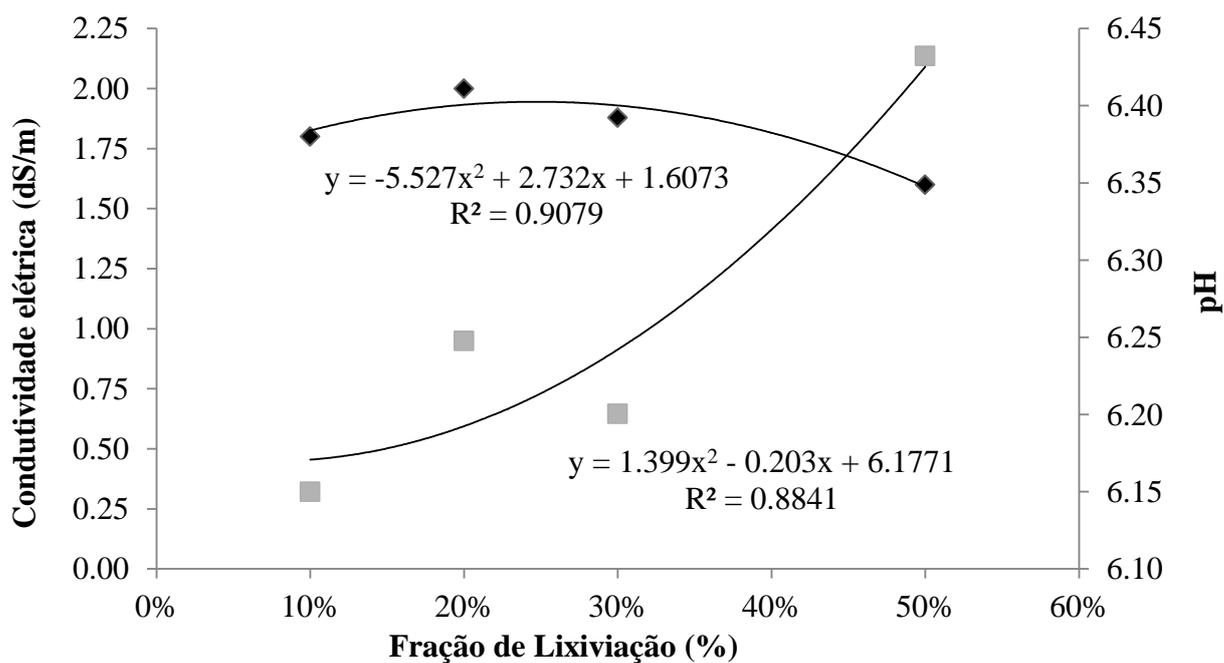
168 A produção por planta seguiu tendência polinomial quadrática, como
169 apresentado na Figura 2. Comportamento semelhante ao da condutividade elétrica do
170 drenado dos diferentes tratamentos, com o aumento da fração de lixiviação ocorreu uma
171 redução na CE, como esperado (Figura 3). A maior produção ($360,3 \text{ g planta}^{-1}$) foi
172 obtida com um CE de $1,9 \text{ dS m}^{-1}$, diferente do resultado obtido por Portela et al. (2012),
173 que foi de $608,2 \text{ g planta}^{-1}$ em um CE de $1,2 \text{ dS m}^{-1}$, em 201 dias de condução, na região
174 de Pelotas – RS, sendo considerados todos os frutos produzidos comerciais ou não.



175

176

Figura 2: Produção por planta em função da fração de lixiviação aplicada.



177

178

Figura 3: Condutividade elétrica e pH da solução drenada em função da fração de lixiviação aplicada.

179

180

181

182

O número de frutos comerciais e a massa média dos frutos cresceram com o aumento da fração de lixiviação aplicada, não apresentando, porém diferença significativa entre os tratamentos. O tratamento com fração de lixiviação equivalente a 30 % do excedente de irrigação, que não apresentou o menor CE no drenado, apresentou

183 uma massa média de frutos maior que os demais tratamentos chegando a 17,1 g por
184 fruto resultado este maior que o encontrado por Radin et al. (2011) que foi de 12,7 g por
185 fruto. Andriolo et al. (2009) ao avaliarem a produtividade do morangueiro frente a
186 diferentes concentrações de solução nutritiva verificaram que o tratamento que recebeu
187 a solução com menor concentração salina foi o que apresentou as maiores médias de
188 massas de frutos, resultado diferente do encontrado no presente estudo.

189 A Produtividade da água entre os diferentes tratamentos não apresentou
190 diferença pelo teste de Scott-Knott a 5 % de significância. Foram observados valores
191 médios de produtividade da água de 15 a 19 g de frutos por L de solução nutritiva
192 consumida. Valores estes maiores que os encontrados por Miranda et al. (2014) no
193 sistema de cultivo em calhas e sem sacos, que foram de 12,1 e 8,9 g de frutos,
194 respectivamente.

195 CONCLUSÕES

196 O tratamento com fração de lixiviação equivalente a 30 % apresentou valor de
197 condutividade elétrica média menor que os demais no decorrer do experimento, e maior
198 produção chegando a 360,3 g planta⁻¹.

199 As características físicas avaliadas dos frutos não sofreram influência
200 significativa pelos tratamentos aplicados, porém demonstraram comportamentos
201 semelhantes, com tendência a diminuir suas proporções com o aumento da fração de
202 lixiviação a que são submetidos.

203 LITERATURA CITADA

- 204 ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration:**
205 **Guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO
206 – Irrigation and Drainage Paper, 56).
207
208 ALVARES, C. A. et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**
209 **Meteorologische.** Zeitschrift, v.22, n. 6, p. 711-728, 2013

- 210
211 ANDRIOLO J. L., et al. Cultivo sem solo do morangueiro com três métodos de
212 fertirrigação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.691-695, mai-jun, 2009. ISSN
213 0103-8478. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n3/a115cr777.pdf>. Acesso
214 em: 21 nov. 2018.
215
- 216 FURLANI , P. R.; FERNANDES-JUNIOR, F. Cultivo hidropônico de morango em
217 ambiente protegido. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2., ENCONTRO
218 DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS, 1., 2004, Pelotas. **Palestras...**
219 Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 102-115. (Embrapa Clima. Documentos,
220 123). Disponível
221 em:<<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/rsimp>
222 sio.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2017.
223
- 224 GIMÉNEZ G., ANDRIOLO J., GODOI R. Cultivo sem solo do morangueiro. **Ciência**
225 **Rural**, Santa Maria, v.38, n.1, p.273-279, jan-fev, 2008.
226
- 227 HALSEMA, G. V.; VICENT, L. Efficiency and productivity terms for water
228 management: A matter of contextual relativism versus general absolutism. **Agricultural**
229 **Water Maagement**. Vol. 108, p. 9-15. 2012.
230
- 231 ILHA, L. H. **Produção de morango semi-hidropônico**. In: SEMINÁRIO
232 BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 7., Vacaria, 2013. Curso.
233
- 234 KARLIDAG, H.; YILDIRIM, E.; TURAN, M. O ácido salicílico melhora o efeito
235 adverso do estresse salino no morango. **Sci. agric.** (Piracicaba, Braz.), Piracicaba, v. 66,
236 n. 2, p. 180-187, abr. 2009. Disponível em
237 <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-
238 90162009000200006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 02 jan. 2019.
239
- 240 MAROUELLI et. al. Manejo da água de irrigação. In: SOUSA, V. F. de et. al.
241 **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação
242 Tecnológica, 2011. p. 157 – 232.
243
- 244 MEDEIROS, P. R. F de et al. Salinidade em ambiente protegido. In: GHEYI, H. R. et
245 al. **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. 2 ed
246 Fortaleza, 2016. cap. 6, p. 113-120.
247
- 248 MELO G. W. B. de, BORTOLOZZO A. R., VARGAS L. **Produção de Morangos no**
249 **Sistema Semi-Hidropônico**. Embrapa Uva e Vinho - Sistemas de Produção, 15 - ISSN
250 1678-8761 Versão Eletrônica Dez./2006. Disponível em:
251 [https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHi](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidroponico/substratos.htm)
252 [droponico/substratos.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidroponico/substratos.htm). Acesso em: 4 Abr. 2018.
253
- 254 MIRANDA, F. R. de et al., **Produtividade e eficiência de utilização da água do**
255 **morangueiro em cultivo hidropônico fechado utilizando substrato de fibra de coco**.
256 Disponível em:
257 <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/116017/1/AAC14003.pdf>. Acesso
258 em: 02 jan. 2019.
259

- 260 PORTELA, I. P.; PEIL, R. M. N.; RODRIGUES, S.; FERREIRA, L. V.; MARQUES,
261 G. N. Crescimento e produtividade de morangueiro em diferentes concentrações de
262 nutrientes da solução nutritiva em sistema hidropônico NFT. **Horticultura Brasileira**
263 30: S3727-S3734. 2012.
- 264
265 RADIN, B.; LISBOA, B.B.; WITTER, S.; BARNI, V.; REISSER JUNIOR, C.;
266 MATZENAUER, R.; FERMINO, M.H. Desempenho de quatro cultivares de
267 morangueiro em duas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul. **Horticultura**
268 **Brasileira**. V. 29, n. 3, 2011.
- 269
270 TAZZO I. F. et al. Exigência térmica de duas seleções e quatro Cultivares de
271 morangueiro cultivado No planalto catarinense. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v.
272 37, n. 3, p. 550-558, Setembro 2015
- 273
274 TIMM, L.C. et al. Manejo da Água. In: ANTUNES L. E. C.; JÚNIOR, C. R.;
275 SCHWENGBER, J. E. **Morangueiro**. Brasília, Embrapa 2016. cap. 13, p. 281-332.

Segundo Artigo:

Produtividade do morangueiro semi-hidropônico em função da combinação de diferentes proporções de solução nutritiva e água.

Strawberry productivity using semi-hydroponic system and different proportions of nutrient solution and water

(VERSÃO PRELIMINAR)

Artigo redigido nas normas da revista *Horticultura Brasileira*

Produtividade do morangueiro semi-hidropônico em função da combinação de diferentes proporções de solução nutritiva e água.

Strawberry productivity using semi-hydroponic system and different proportions of nutrient solution and water

Resumo: O morango é um fruto de grande importância econômica e vem sofrendo atualizações em suas técnicas de manejo, especialmente por ser uma cultura muito susceptível ao ataque de pragas e doenças. Uma das técnicas utilizadas é o sistema semi-hidropônico, que traz como desafio o manejo da fertirrigação, e o monitoramento da condutividade elétrica da solução drenada é tido como um ponto chave. O objetivo do presente trabalho foi avaliar, mantendo fixa a fração de lixiviação em 20 %, a produtividade do morangueiro San Andreas submetido à irrigação com diferentes proporções de solução nutritiva e água convencional. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Tendo como tratamentos diferentes proporções de solução nutritiva mais água convencional, sendo estes (T1) 100 % solução nutritiva + 0 % água; (T2) 80 % solução nutritiva + 20 % água; (T3) 70 % solução nutritiva + 30 % água; (T4) 50 % solução nutritiva + 50 % água e (T5) 30 % solução nutritiva + 70 % água. Apenas o diâmetro do fruto e a massa média por fruto foram influenciados a 5 % de significância pelo teste Skott-Knott, sendo os maiores valores obtidos no tratamento que recebeu menor proporção de solução nutritiva.

Abstract: The strawberry is a fruit of great economic importance and has undergone updates in its handling techniques, especially since it is a crop very susceptible to the attack of pests and diseases. One of the techniques used is the semi-hydroponic system, which brings the challenge of fertigation management as challenge, and the monitoring of the electrical conductivity of the drained solution is considered a key point. The objective of the present study was to evaluate the productivity of the strawberry San Andreas submitted to irrigation with different proportions of nutrient solution and conventional water, keeping the leaching fraction fixed at 20%. The experimental design was completely randomized. Having as treatments different proportions of nutrient solution plus conventional water, these being (T1) 100% nutrient solution + 0% water; (T2) 80% nutrient solution + 20% water; (T3) 70% nutrient solution + 30% water; (T4) 50% nutrient solution + 50% water and (T5) 30% nutrient solution + 70% water. Only the diameter of the fruit and the average mass per fruit were influenced to

5% of significance by the Skott-Knott test, being the highest values obtained in the treatment that received less proportion of nutritive solution.

Palavras-chave: morango, solução nutritiva, condutividade elétrica.

Key words: strawberry, nutrient solution, electrical conductivity.

Introdução

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) é um fruto de grande importância econômica, aceita na maioria dos centros consumidores para consumo *in natura* e pela indústria alimentícia, sendo o fruto mais popular, mais cultivada e mais consumida no grupo das pequenas frutas (TAZZO et al., 2015). Com isso o cultivo do morangueiro se tornou importante como forma de diversificação da produção em propriedade rurais, principalmente na agricultura familiar (CARVALHO, 2011).

Por ser uma cultura muito susceptível ao ataque de pragas, o uso de agrotóxicos de maneira indiscriminada e o difícil manejo com rotação de culturas, fez-se necessário a utilização de técnicas de cultivo que viabilizassem a produção sem a contaminação dos frutos. Isso vinculado a crescente preocupação com o uso dos recursos hídricos e energéticos (TIMM et al., 2016). O cultivo sem solo se tornou uma alternativa interessante para minimizar alguns desses problemas.

Uma das maiores dificuldades dos produtores na transição para o sistema sem solo é o manejo da nutrição juntamente com a irrigação, chamada fertirrigação (ANDRIOLO et al., 2009). Como a maioria dos cultivos no Brasil são abertos (GIMÉNEZ et al., 2008), o monitoramento da condutividade elétrica (CE) da solução drenada é considerado um ponto chave (GONÇALVES et al., 2016). Uma vez que o morangueiro, segundo Karlidag et al. (2009) é considerado uma espécie sensível à salinidade e é negativamente afetado por estresse salino em termos de crescimento e de produção.

De acordo com Ilha (2016) uma maneira de controlar o excesso de sais próximo às raízes das plantas é a aplicação de um excesso de irrigação de cerca de 30 % para que ocorra a drenagem. A fração de lixiviação (FL) ou a lixiviação requerida é a porção da água que será aplicada via irrigação e será percolada para fora da zona do sistema radicular para promover a lavagem dos sais (ALLEN et al., 1998). Esse tipo de manejo pode acarretar problemas como, por exemplo, a alteração na qualidade da água do

reservatório próximo à propriedade, sendo este um ponto crítico do sistema, uma vez que a solução drenada é considerada um agente poluidor importante (ILHA, 2013).

Neste contexto o objetivo do presente trabalho foi avaliar, mantendo fixa a fração de lixiviação em 20%, a produtividade do morangueiro San Andreas submetido à irrigação com diferentes proporções de solução nutritiva e água convencional.

Material e Métodos

O presente estudo foi desenvolvido na área experimental do Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Lavras, localizada a 21°14' de latitude sul, 45°00' de longitude oeste e altitude média de 918 metros. A classificação climática da região, segundo Köppen, é do tipo Cwa, caracterizado por clima temperado chuvoso (ALVARES et al., 2013).

A cultivar utilizada foi San Andreas, as mudas de raízes nuas foram originadas de um viveiro credenciado no Chile. As mudas foram transplantadas dia 9 de junho de 2017 em slabs (sacolas), sendo quatro plantas por slab, com capacidade de 15 litros preenchidos com substrato comercial Carolina Soil[®], muito utilizado por produtores para o cultivo do morango no sistema semi-hidropônico. Estes foram dispostos de forma aleatória em quatro bancadas, dentro do ambiente protegido e irrigados por gotejamento. Foi utilizado um gotejador por slab, com vazão de 4L h⁻¹, sendo este dividido em quatro estacas gotejadoras, com um ponto de emissão por planta.

O experimento teve como tratamentos a variação na porcentagem de solução nutritiva aplicada, juntamente com a porcentagem de água convencional, sendo mantido o excedente de irrigação em 20 %, ou seja 20 % a mais do volume evapotranspirado pela cultura. Sendo: (T1) 100 % de solução nutritiva; (T2) 80 % solução nutritiva + 20 % água; (T3) 70 % solução nutritiva + 30 % água; (T4) 50% solução nutritiva + 50% água; (T5) 30 % solução nutritiva + 70% água, totalizando cinco tratamentos com cinco repetições cada, cada repetição com um slab, cada slab com quatro plantas, somando 25 slabs e 100 plantas.

O tempo de irrigação foi obtido através da equação 1 apresentada abaixo:

$$T = \frac{60 \times V_p}{Q_g} \quad (1)$$

em que:

T = tempo de irrigação (min);

V_p = volume a ser irrigado (L);

Q_g = vazão nominal do gotejador (no caso 4 L h⁻¹).

O volume de água evapotranspirado pela cultura foi determinado diariamente pela pesagem de quatro slabs que ficavam dispostos dentro de containers para que o volume drenado não se perdesse.

Durante o experimento foram coletados os dados de temperatura do ar e umidade relativa, máximas e mínimas, por meio de uma estação meteorológica instalada no interior do ambiente protegido e posteriormente foi feita uma comparação, para o período de condução, entre os dados obtidos com os dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para a estação convencional da cidade de Lavras – MG.

A solução nutritiva foi formulada de acordo com a recomendação de Furlany e Fernandes Junior (2004), e mantida com a condutividade elétrica entre 1,4 e 1,5 dS.m⁻¹ (MELO e BORTOLOZZOELO, 2006) e pH entre 5,5 e 6,5 (GIMÉNEZ, et al., 2008). Solução bastante utilizada por produtores tanto na hidroponia como em sistemas semi-hidropônicos. Foram coletados semanalmente o volume drenado dos slabs e monitorados os valores de condutividade elétrica e pH, a fim de acompanhar o comportamento das variáveis ao longo do tempo.

As colheitas foram realizadas, de uma a três vezes por semana de acordo com a produção e o amadurecimento dos frutos. As variáveis testadas foram diâmetro e comprimento dos frutos com o uso de paquímetro digital, massa média do fruto medida com balança digital, a produtividade por planta e o número de frutos comerciais. Foram considerados frutos comerciais aqueles com mais de 6 gramas, desprovidos de injúrias, doenças e deformações (CALVETE et al., 2008). A produtividade por planta (g planta⁻¹) foi obtida pela massa de frutos comerciais por tratamento dividido pelo número de plantas por tratamento. E a massa média do fruto pelo quociente entre a massa fresca por planta e o número de frutos por planta. Os dados foram coletados até o dia 13 de novembro de 2017, totalizando 131 dias de coletas.

A Produtividade da Água, que visa avaliar a produção por unidade de água utilizada, tanto em condições de sequeiro como irrigadas, é um dos conceitos que vem desempenhando um papel crucial no setor agrícola moderno. Segundo Haselma e Vicent (2012), o conceito atribui um valor específico para a produtividade da água que pode ser utilizado como um indicador em tempos e localidades com escassez relativa de água, por exemplo.

Para a determinação da produtividade da água em função da produção de massa fresca por planta, foi utilizada a equação 2, descrita abaixo.

$$PA_p = \frac{PMF}{AT} \quad (2)$$

em que:

PA_p = produtividade da água em relação à produção de massa fresca de frutos. ($g L^{-1}$);

PMF = produção de massa fresca de frutos ($g plantas^{-1}$);

AT = água total aplicada ($L planta^{-1}$).

A análise estatística foi realizada por meio da análise de variância dos dados (teste F) e os tratamentos comparados pelo teste de Scott-Knott (5 % de significância), quando houve diferença significativa entre os tratamentos, os dados foram submetidos à análise de regressão pelo programa estatístico SISVAR 5.6®.

Resultados e Discussão

As temperaturas médias do ar obtidas durante o experimento dentro do ambiente protegido foram de 15,1 °C e 29,4 °C, mínima e máxima respectivamente. Já as temperaturas mínima e máxima do ambiente externo foram de 14,8 °C e 26,7 °C, respectivamente. Como esperado, devido à cobertura plástica, os valores de temperatura dentro do ambiente protegido foram mais altos. De acordo com Tazzo et al. (2015), a temperatura média do ar dentro do ambiente protegido esteve acima da temperatura-base para o desenvolvimento do morangueiro que é de 7 °C durante toda a condução do experimento. A umidade relativa média obtida no interior do ambiente protegido foi mínima de 33,4 % e máxima de 84,5 %, já as obtidas no ambiente externo foram de 50,4 % e 82,9 %, mínima e máxima respectivamente. De acordo com Sanhueza et al. (2005), para que ocorra a polinização a temperatura mínima deve ser de 12 °C e a umidade relativa inferior a 94 %, confirmando assim que a temperatura e umidade relativa obtidas no ambiente protegido foram próximas as ideias para a polinização, logo produção do morangueiro.

Os valores de condutividade elétrica (CE) flutuaram de acordo com a proporção de solução nutritiva e água convencional aplicada em cada tratamento. As médias durante o período experimental foram de 1,8; 1,6; 1,4; 1,0 e 0,9 $dS m^{-1}$ em T1, T2, T3 e T4 e T5, respectivamente. Assim como os valores de pH, que foram de 6,15 6,36; 6,52; 6,72 e 6,98 em T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente. Ambas as variáveis apresentaram diferença significativa com os tratamentos aplicados (Tabela 1). Segundo Andriolo et al.

(2009), essas variações são atribuídas às dinâmicas de absorção de água e nutrientes. Os resultados também confirmam o fato de que uma maior proporção de água na irrigação tem a consequência esperada de diminuir a concentração de sais próxima às raízes das plantas.

Na Tabela 1, observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos aplicados, diferentes proporções de solução nutritiva e água convencional, entre as variáveis comprimento do fruto, produção por planta, número de frutos comerciais e a produtividade da água. Por sua vez o diâmetro do fruto e a massa média por fruto foram influenciados a 5 % de significância pelo teste Skott-Knott.

O comprimento dos frutos diminuiu com o aumento da porcentagem de solução nutritiva aplicada, assim como o diâmetro. Este apresentando o modelo polinomial quadrático como o que melhor se ajustou os dados (Figura 1). O comprimento dos frutos variou de 39,49 a 42,08 mm, valores estes maiores que os encontrados por Lorena (2012), ao estudar a cultivar Albion sob estresse salino. O diâmetro dos frutos variou entre 30,90 e 32,43 mm. De acordo com o regulamento técnico do Mercosul 85/96 citado por Cantillano (2005) os frutos do morangueiro podem ser agrupados em classes, de tal forma que a classe 1, com diâmetro transversal acima de 25 mm e classe 2, com diâmetro transversal de maior que 15 e menor que 25 mm. Logo podemos classificar todos os frutos do presente trabalho na classe 1. A resposta das variáveis avaliadas pode ser bom indicativo de que o manejo intercalado entre solução nutritiva e água proporciona bom aspecto de fruto e paralelamente reduz os custos de produção com insumos, resultando no aumento no retorno financeiro para o produtor. Sendo estas características importantes, pois frutos com maior calibre possuem melhor aparência, tornando-as mais atrativas ao mercado consumidor, tanto para o consumo *in natura* quanto para a industrialização (CASONATTO; RIBAK e TEDESCO, 2016).

Os dados da massa média dos frutos em função da proporção água/solução foram melhores ajustados por um polinômio do segundo grau (Figura 2A). O tratamento que recebeu menor porcentagem de solução nutritiva, apresentando a CE média da solução drenada ao final do experimento de $0,9 \text{ dS m}^{-1}$, obtiveram maiores valores de massa de frutos, chegando a $19,71 \text{ g frutos}^{-1}$. Resultado esse que corrobora com os obtidos por Andriolo et al. (2009) que ao avaliarem o efeito da solução nutritiva no crescimento da planta, na produtividade e na qualidade das frutas do morangueiro, chegaram à conclusão que a CE de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ pode ser empregado para aumentar a

produtividade e o tamanho dos frutos. Porém, o maior valor da massa média de frutos encontrado nesse trabalho foi menor que o encontrado por Portela et al. (2012). Ao estudarem o efeito da concentração da solução nutritiva sobre o crescimento da planta, a produtividade e características químicas e fitoquímicas dos frutos do morangueiro, obtiveram valor médio de 26,23 g fruto⁻¹ com CE de 1,5 dS m⁻¹. O comportamento da massa média de frutos em função da CE da solução drenada dos slabs é apresentado na Figura 2B. Para esta variável seguiu tendência linear, com aumento da CE houve diminuição na massa média de frutos. Em contrapartida Portela et al. (2012), avaliando diferentes concentrações de solução nutritiva verificaram que a variação na CE não afetou a massa média de frutos.

Ao contrário da massa média de frutos, o maior número de frutos (19,23 frutos planta⁻¹), foi obtido no tratamento que recebeu maior porcentagem de solução nutritiva (100 %) chegando a apresentar um CE na solução drenada de 1,8 dS m⁻¹. Resultado este diferente do obtido por Portela et al. (2012), que com um CE de 1,5 dS m⁻¹ encontraram 32,5 frutos por planta. Já Souza et al. (2014), observaram decréscimo linear no número de frutos por planta com o aumento na concentração da solução nutritiva.

Os resultados referentes à produção por planta chegaram ao máximo de 322,4 g planta⁻¹, considerando 161 dias de condução, estando estas ainda aptas à produção, apresentando a CE da solução drenada de 0,9 dS m⁻¹. Resultado diferente do obtido por Portela et al. (2012), que alcançaram a maior produtividade (608,2 g planta⁻¹) na CE de 1,2 dS m⁻¹, considerando 210 dias de condução do experimento. De acordo com Dias et al. (2016), o aumento da condutividade elétrica no meio em que se desenvolvem as raízes, dificulta a absorção de água pelas plantas o que resulta em baixo crescimento vegetativo e como consequência menor produtividade. Em experimento com a cultura do pimentão em condições protegidas evidenciou que CE de 1,0 dS m⁻¹ proporcionou maior consumo hídrico das plantas o que foi associado aos melhores índices de produtividade (DUARTE e SOUZA, 2016).

O comportamento da produtividade da água em função da proporção de solução nutritiva aplicada não apresentou diferença significativa estatisticamente, mas, apesar da quantidade aplicada em todos os tratamentos ser a mesma (351,1 Litros de solução nutritiva + água), o modo como as plantas responderam às diferenças de proporções a que foram submetidas foi diferente. A maior produtividade da água foi obtida com o tratamento submetido à porcentagem de 30% de solução chegando a 18,36 g L⁻¹. Valor

este maior que o encontrado por Miranda et al. (2014), que foi de $12,7 \text{ g L}^{-1}$, ao avaliar a cultivar Festival no sistema de cultivo em calhas.

Podemos concluir que o manejo alternando solução nutritiva com água convencional pode controlar o nível salino próximo às raízes. Apesar de ser necessário um estudo na área econômica é possível concluir que menor porcentagem de solução nutritiva garante maior calibre de fruto e maior massa média por fruto, o que pode gerar ao produtor economia na produção, no que diz respeito a insumos, e assim garantir maior lucratividade.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, CAPES e ao Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento, da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Gráficos, Figuras e Tabelas

Tabela 1: Diâmetro do fruto (DF), comprimento do fruto (CF), massa média por fruta (MF), produção por planta (PP), número de frutos (NF), produtividade da água (PA), Condutividade elétrica da solução drenada (CE) e pH (Results for fruit diameter (DF), fruit length (CF), average fruit mass (MP), yield per plant (PP), number of fruits (NF), water productivity (PA), electrical conductivity of the solution drained (EC) and pH). Lavras, UFLA, 2018.

Tratamento	DF (mm)	CF (mm)	MF (g)	PP (g)	NF	PA (g L ⁻¹)	CE (dS m ⁻¹)	pH
T1	29,77 ^b	38,44 ^a	14,83 ^c	269,74 ^a	73,00 ^a	16,76 ^a	1,80 ^a	6,15 ^c
T2	31,39 ^a	46,81 ^a	16,87 ^b	303,33 ^a	81,00 ^a	17,28 ^a	1,59 ^b	6,36 ^d
T3	31,83 ^a	40,37 ^a	16,78 ^b	287,51 ^a	73,20 ^a	16,38 ^a	1,56 ^b	6,52 ^c
T4	31,60 ^a	40,65 ^a	17,11 ^b	264,27 ^a	63,00 ^a	15,05 ^a	1,04 ^c	6,72 ^b
T5	33,13 ^a	42,36 ^a	18,97 ^a	311,97 ^a	75,60 ^a	17,77 ^a	0,87 ^d	6,98 ^a
C.V. (%)	4,37	14,19	8,54	20,94	20,87	20,68	6,47	1,02
M.G.	31,54	41,73	16,91	287,37	73,16	16,65	1,37	6,55

CV (%) = coeficiente de variação; M.G. = média geral. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Skott-Knott a 5% de probabilidade de erro (CV (%) = coefficient of variation; M.G. = general average. Means followed by the same letter do not differ from one another by the Skott-Knott test at 5% error probability).

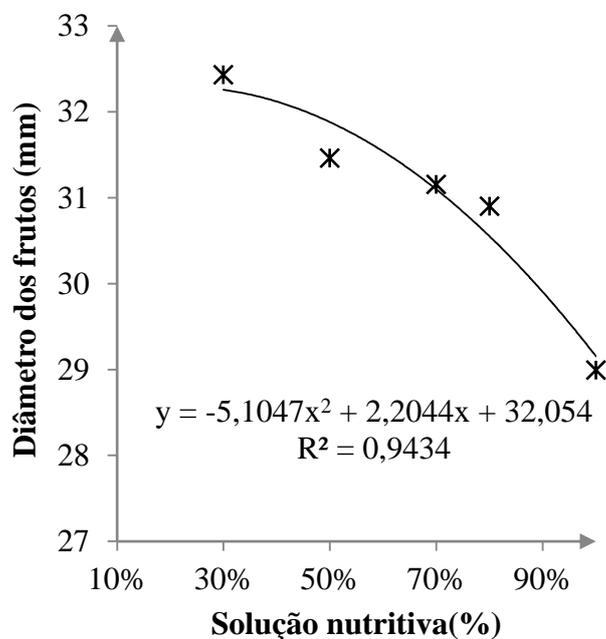


Figura 1: Diâmetro dos frutos em função da proporção de solução nutritiva aplicada (Fruit diameter according to the proportion of nutrient solution applied) Lavras, UFLA, 2018.

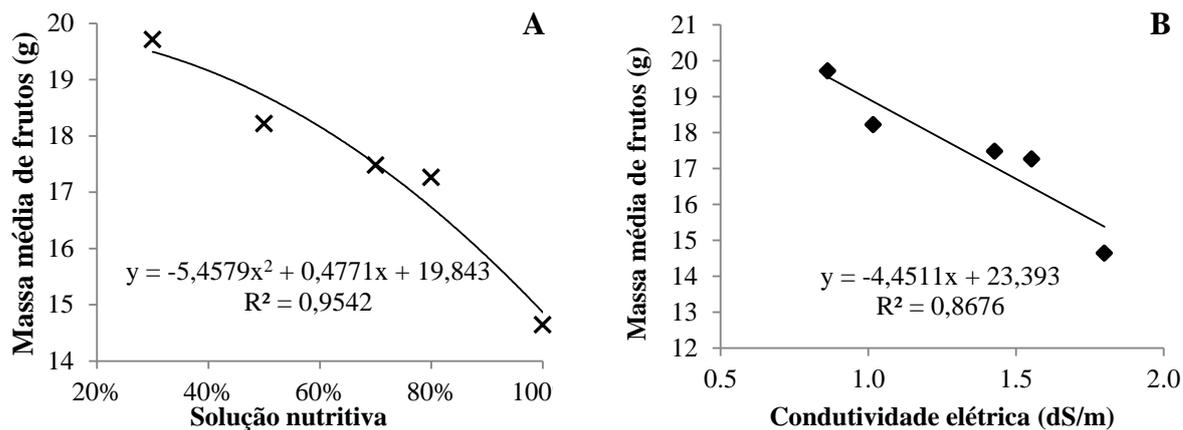


Figura 2: (A) Massa média de frutos em função da proporção de solução nutritiva aplicada. (B) Massa média dos frutos em função da condutividade elétrica do drenado ((A) Average fruit mass as a function of the proportion of nutrient solution applied. (B) Average fruit mass as a function of the electrical conductivity of the drainage solution). Lavras, UFLA, 2018.

Referências

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO – Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALVARES, C. A. et al. **Köppen's climate classification map for Brazil Meteorologische**. Zeitschrift, v.22, n. 6, p. 711-728, 2013
- ANDRIOLO J. L., et al. Cultivo sem solo do morangueiro com três métodos de fertirrigação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.691-695, mai-jun, 2009. ISSN 0103-8478. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n3/a115cr777.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2018.
- CALVETE, E. O. A. et al. Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal , v. 30, n. 2, p. 396-401, Junho 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452008000200022&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 11 Jul. 2017.
- CANTILLANO, R.F.F. Fisiologia e manejo na colheita e pós-colheita de morangos. In: CARVALHO, S.P de (Coord.). **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: FAEMG, p.97-105, 2006.
- CARVALHO, S.P. de. História e evolução da cultura do morangueiro no Brasil nos últimos 50 anos. **Horticultura Brasileira**, Viçosa, v. 29, n.2, 2011.
- CASONATTO, M.; RIBAK, A. P.; TEDESCO, A. L.; Avaliação de características físico-químicas de pseudofrutos das cultivares de morangueiro orgânico: Albion e Camarosa. **Unoesc & Ciência - ACBS** Joaçaba, v. 7, n. 2, p. 131-136, jul./dez. 2016.
- DIAS N. da S. et al. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de; GOMES FILHO, E. (ed.) **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. ISBN 978-85-420-0948-4. Fortaleza - CE, 2016.
- DUARTE, H. H. F.; SOUZA, E. R. Soil water potentials and Capsicum annum L. under salinity. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.40, p.1-11, 2016.
- FURLANI, P. R.; FERNANDES-JUNIOR, F. Cultivo hidropônico de morango em ambiente protegido. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2., ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS, 1., 2004, Pelotas. **Palestras...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 102-115. (Embrapa Clima. Documentos, 123). Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/rsimposio.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2017.
- GIMÉNEZ G., ANDRIOLO J. GODOI R. Cultivo sem solo do morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.1, p.273-279, jan-fev, 2008.

HALSEMA, G. V.; VICENT, L. Efficiency and productivity terms for water management: A matter of contextual relativism versus general absolutism. **Agricultural Water Maagement**. Vol. 108, p. 9-15. 2012.

ILHA, L. H. Produção de morango semi-hidropônico. In: **SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS**, 7., Vacaria, 2013. Curso.

KARLIDAG, H., YILDIRIM, E., TURAN, M. O ácido salicílico melhora o efeito adverso do estresse salino no morango. **Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)**, Piracicaba, v. 66, n. 2, p. 180-187, abr. 2009. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162009000200006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 30 Jan. 2019.

LORENA, D.R. **Uso de Produtos Alternativos e Fungicidas na Cultura do Morangueiro, sob Condições de Campo, em Brazlândia-DF**. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV/UnB, p. 25, 2012.

MELO G. W. B. de. BORTOLOZZO A. R., VARGAS L. **Produção de Morangos no Sistema Semi-Hidropônico**. Embrapa Uva e Vinho - Sistemas de Produção, 15 - ISSN 1678-8761 Versão Eletrônica Dez./2006. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidroponico/substratos.htm>. Acesso em: 4 Abr. 2018.

MIRANDA, F. R. de et al., **Produtividade e eficiência de utilização da água do morangueiro em cultivo hidropônico fechado utilizando substrato de fibra de coco**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/116017/1/AAC14003.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2019.

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** 30:266-273. 2012.

PORTELA, I. P.; PEIL, R. M. N.; RODRIGUES, S.; FERREIRA, L. V.; MARQUES, G. N. Crescimento e produtividade de morangueiro em diferentes concentrações de nutrientes da solução nutritiva em sistema hidropônico NFT. **Horticultura Brasileira** 30: S3727-S3734. 2012.

SANHUEZA, R. M. V., HOFFMANN, A., ANTUNES, L. E. C., FREIRE, J. de M. **Sistema de Produção de Morango para a Mesa na Região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste**. Embrapa Uva e Vinho. Sistema de Produção, 6 ISSN 1678-8761 Versão Eletrônica Dez./2005.

SOUZA, G. G. de. **Fertirrigação potássica na cultura do morango no litoral Cearense**. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15090/brag.2014.006>. Acesso em: 02 jan. 2019.

TAZZO I. F. et al. Exigência térmica de duas seleções e quatro Cultivares de morangueiro cultivado no planalto catarinense. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 37, n. 3, p. 550-558, Setembro 2015.