

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (7)

July 2021

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/14720211316>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1316>



Qualidade físico-química de morangos produzidos em sistema de cultivo sem solo, a partir de mudas produzidas com diferentes soluções nutritivas

Physicochemical quality of strawberries grown in a soilless system, from seedlings produced with different nutrient solutions

Corresponding author

Andressa Vighi Schiavon

Universidade Federal de Pelotas

andressa.vighi@gmail.com

Eloi Evandro Delazeri

Universidade Federal de Pelotas

Tais Barbosa Becker

Universidade Federal de Pelotas

Marcia Vizzotto

Embrapa Clima Temperado

Ruffino Fernando Flores Cantillano

Embrapa Clima Temperado

Luis Eduardo Corrêa Antunes

Embrapa Clima Temperado

Resumo. O objetivo do estudo foi avaliar o efeito das diferentes soluções nutritivas utilizadas durante a fase de matrizeiro de produção das mudas, em relação a qualidade físico-química e de compostos bioativos de morangos das cultivares Aromas e Camarosa, produzidos em cultivo sem solo. O experimento foi realizado durante dois ciclos de cultivo, sendo que no primeiro ciclo (2017), foi avaliada a qualidade de morangos produzidos por plantas das cultivares Camarosa e Aromas e o efeito de quatro soluções nutritivas (SN): SN1, SN2, SN3 e SN4 utilizadas na fase de matrizeiro, em esquema fatorial 2x4. No segundo ciclo (2018), avaliou-se frutas das mesmas cultivares e o efeito de duas SN (SN3 e SN4) utilizadas na produção das mudas, em esquema fatorial 2x2. Avaliaram-se o diâmetro e comprimento das frutas, coloração da epiderme, teor de sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), relação SS/AT, textura, compostos fenólicos totais, antocianinas e atividade antioxidante. A utilização das diferentes SN na fase de produção dos propágulos não influenciou a maioria das variáveis analisadas. Em relação as cultivares, no geral a cv. Camarosa apresentou parâmetros físico-químicos e fitoquímicos que conferem ao consumidor maior aceitabilidade e benefícios para sua saúde, quando comparado a cv. Aromas.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*, pequenas frutas, nutrição frutas, fitoquímicos, sólidos solúveis, cultivares.

Abstract. The objective of the study was to evaluate the effect of the different nutrient solutions used during the seedling production stage, on the physicochemical quality and bioactive compounds of strawberries from the cultivars Aromas and Camarosa, produced in a soilless system. The experiment was carried out during two cultivation cycles, and in the cycle (2017), the quality of strawberries produced by plants of the cultivars Camarosa and Aromas and the effect of four nutrients solutions (NS): NS1, NS2, NS3 and NS4 used in the mother nursery phase, in 2x4 factorial scheme. In the second cycle (2018), fruits of the same cultivars were evaluated and the effect of two NS (NS3 and NS4) used in seedling production, in a 2x2 factorial scheme. Fruit diameter and length, skin color, soluble solids (SS), pH, titratable acidity (TA), ratio SS/TA, texture, total phenolic compounds, anthocyanins and antioxidant activity were evaluated. The use of different NS in the production phase of the propagules did not influence most of the analyzed variables. Regarding

cultivars, in general cv. Camarosa showed physical-chemical and phytochemical parameters that give consumers greater acceptability and benefits for their health, when compared to cv. Aromas.

Keywords: *Fragaria x ananassa*, small fruits, fruit nutrition, phytochemicals, soluble solids, cultivars.

Introdução

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch), é uma das frutas mais populares e consumidas no mundo, dentro do grupo das pequenas frutas (Gonçalves et al., 2017). No Brasil são cultivados cerca de 4.500 hectares com a cultura, onde são produzidas mais de 165.000 toneladas da fruta, que torna o país o maior produtor de morango da América do Sul (Antunes et al., 2020). A produção brasileira ocorre principalmente em regiões subtropicais e de clima temperado, e as frutas são destinados para o consumo fresco e para industrialização (Costa et al., 2018).

A popularidade do morango, se deve principalmente ao seu sabor único, aparência atraente e valor nutricional, sendo classificado como alimento funcional, por ser rico em vitaminas, fibras alimentares e compostos bioativos, como as antocianinas e outros compostos fenólicos (Zhang et al., 2018; Dzhahfezova, et al., 2020).

O cultivo comercial de morangueiro é realizado tradicionalmente em canteiros no solo, porém a cultura é altamente suscetível aos agentes patogênicos presentes naquele meio, e diante de regulamentações rigorosas em relação ao uso de produtos fumigantes, o cultivo enfrenta grandes desafios frente a limitação da disponibilidade de áreas isentas de fungos fitopatogênicos, para rotação das áreas de cultivo (Wang et al., 2016).

O cultivo sem solo surge como alternativa ao convencional, onde são utilizadas bancadas suspensas, substratos num ambiente protegido, permitindo diminuir a incidência de pragas e doenças, maior controle em relação ao fornecimento de água e nutrientes, facilitando os tratos culturais (colheitas e limpezas), favorecendo os fatores relacionados a produção, além de diminuir a sazonalidade de produção (Diel et al., 2018; Nin et al., 2018).

No entanto, o sucesso de qualquer cultivo começa através da utilização de mudas ou sementes de alta qualidade. No caso do morangueiro, a qualidade fisiológica e fitossanitária das mudas está relacionada ao sistema de produção utilizado, que inclui desde as propriedades físicas e químicas do substrato ou do solo, condições climáticas, fitossanitárias e nutricionais (Wei et al., 2020).

Com o aumento da demanda brasileira por mudas de qualidade surge grande oportunidade para empreendedores investirem na produção local de morangueiros. Entretanto, há lacunas de conhecimento sobre a influência do sistema de manejo fora de solo das matrizes de morangueiro sobre os resultados agronômicos e de qualidade dos morangos produzidos a partir destas mudas.

Na literatura e no mercado há várias soluções nutritivas a disposição, com diferentes

composições de nutrientes, sendo utilizadas tanto para a produção de frutas quanto para a produção de mudas de morangueiro, em sistemas de cultivo sem solo. Porém, poucos são os trabalhos que avaliam o efeito das soluções nutritivas utilizadas na fase de matrizeiro e sua influência sobre a qualidade das mudas 'plug plant' (envazadas) produzidas a partir deste sistema, principalmente em relação a qualidade dos morangos produzidos.

O desenvolvimento das mudas produzidas fora de solo, depende primeiramente dos nutrientes absorvidos e translocados pela planta matriz até os seus estolões (propágulos), os quais são retirados da planta matriz e colocados para enraizamento em substratos, que fornecem sustentação e nutrientes para o crescimento das raízes e da parte aérea.

A qualidade dos morangos pode ser afetada por diversos fatores, como a interação genótipo-ambiente, condições ambientais, sistema de cultivo, nutrição mineral das plantas e do estádio de maturação das frutas (Tretz & Omaye, 2015; Rahman et al., 2016; Paulus et al., 2018). Morangos com melhores características físico-químicas garantem melhor aceitação pelo mercado consumidor e apresentam maiores rendimentos durante o processamento e industrialização (Paulus et al., 2018).

Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito das diferentes soluções nutritivas utilizadas durante a fase de matrizeiro de produção das mudas, em relação a qualidade físico-química e de compostos bioativos de morangos das cultivares Aromas e Camarosa, produzidos em sistema de cultivo sem solo.

Métodos

Os morangos das cultivares Camarosa e Aromas, utilizados no experimento, foram colhidos de plantas cultivadas em casa de vegetação (tipo abrigo) de dimensões de 17 m de comprimento e 5 m de largura, coberta com filme de polietileno transparente de baixa densidade (150 µm de espessura), no campo experimental pertencente à Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, Brasil (31°40'S, 52°26'O, altitude 60 m). O clima da região, segundo W. Köppen, é do tipo "Cfa" – temperado úmido com verões quentes, com temperatura e precipitação média anual de 17,9 °C e 1500 mm, respectivamente.

O experimento foi realizado durante dois ciclos de cultivo, no primeiro deles (ciclo 2017), foram avaliados morangos provenientes de plantas das cultivares Aromas e Camarosa, as quais durante a fase de matrizeiro, suas mudas foram produzidas com diferentes soluções nutritivas, cuja composição estão descritas na Tabela 1. A Solução 1 (SN1) foi formulada com base na solução proposta por Furlani & Fernandes Junior (2004);

Solução 2 (SN2), com base em uma das soluções utilizadas por produtores de morango em sistema de cultivo sem solo na região de Pelotas-RS; Solução 3 (SN3) com base na solução proposta por Sonneveld & Straver (1994) e adaptada por Peil et al. (2018) e Solução 4 (SN4), que é uma solução comercial utilizada na região. O conteúdo de micronutrientes foi padronizado para as soluções nutritivas 1, 2 e 3,

com a seguinte composição em (mg.L⁻¹): 1,44 de Fe; 0,5 de Mn; 0,68 de Zn; 0,42 de B; 0,72 de Cu; 0,007 de Mo; e a SN4, possui em sua composição os micronutrientes necessários para o desenvolvimento da cultura, porém não são especificados no rótulo do produto as quantidades utilizadas de cada micronutriente.

Tabela 1. Composição de macronutrientes das diferentes soluções nutritivas utilizadas durante a fase de matrizeiro, para a produção de mudas de morangueiro.

| SN | Composição de nutrientes (mmol.L ⁻¹) | | | | | | |
|-----|--|---|------------------------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| | NO ₃ ⁻ | H ₂ PO ₄ ⁻ | SO ₄ ⁻ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ |
| SN1 | 9,98 | 1,50 | 1,00 | 0,53 | 5,66 | 2,65 | 1,00 |
| SN2 | 3,05 | 2,94 | 2,36 | 0,28 | 5,23 | 1,38 | 1,22 |
| SN3 | 9,99 | 1,28 | 2,48 | 0,75 | 5,98 | 2,92 | 1,83 |
| SN4 | 7,44 | 2,97 | 1,15 | 1,86 | 5,43 | 1,95 | 0,76 |

SN1: solução nutritiva 1 (proposta por Furlani & Fernandes Junior (2004) SN2: solução nutritiva 2 (utilizada por produtores de morango em sistema de cultivo sem solo na região de Pelotas-RS); SN3: solução nutritiva 3 (proposta por Sonneveld & Straver (1994) e adaptada por Peil et al. (2018); SN4: solução nutritiva 4 (solução comercial).

Para o primeiro experimento foi utilizado um esquema fatorial 4 x 2 (quatro soluções utilizadas durante a fase de produção dos propágulos e duas cultivares – Camarosa e Aromas), em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. No segundo experimento (ciclo 2018), os tratamentos foram constituídos pelas mesmas cultivares estudadas no primeiro ano (Camarosa e Aromas) e por duas soluções nutritivas (SN3 e SN4), utilizadas no matrizeiro, durante o processo de produção dos propágulos, formando um esquema fatorial 2 x 2 (duas cultivares e duas soluções nutritivas), também em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições.

Em ambos os ciclos, as plantas foram cultivadas em sistema de cultivo sem solo, com recirculação da solução nutritiva drenada. O sistema era composto por bancadas de cultivo, constituídas por telhas de fibrocimento de 1,95 m de comprimento, 0,27 m de largura, e um canal de cultivo de 0,11 m de profundidade, apoiadas sobre suportes de madeira, mantendo as telhas a 1 m de altura média do solo, com 4% de declividade. As telhas foram impermeabilizadas com filme de polietileno preto e preenchidas com casca de arroz carbonizada e sobre o substrato foram dispostas fitas de irrigação com intervalos de 0,20 m entre gotejadores, para o fornecimento da solução nutritiva. O transplante das mudas de 'Camarosa' e 'Aromas', produzidas com as diferentes soluções nutritivas, ocorreu no mês de abril em ambos os experimentos, as mesmas foram dispostas em filas únicas, com espaçamento entre plantas de 0,20 m. A solução nutritiva empregada, para a nutrição das plantas durante a produção das frutas, foi a SN4, que corresponde a solução comercial. As fertirrigações foram realizadas diariamente, variando de cinco a sete vezes ao dia, com duração de quinze min cada. No período de abril a agosto, onde as temperaturas são mais amenas, foram realizadas cinco vezes ao dia, e de setembro a dezembro, período em que as temperaturas estão mais elevadas, as fertirrigações foram realizadas sete vezes ao dia. O pH e a condutividade elétrica foram monitorados semanalmente durante o período de produção, sendo o pH mantido entre 5,5 e 6,5 e a condutividade elétrica entre 1,2 e 1,5 dS.m⁻¹.

Visando determinar o tamanho médio dos morangos, uma amostra, composta por 10 frutas por parcela foi utilizada para determinar o diâmetro e o comprimento destas, mensurados com auxílio de um

paquímetro digital, e os resultados expressos em milímetros (mm). Para avaliar as características físico-químicas, amostras compostas por dez frutas, por repetição, foram coletadas em ambos os experimentos, no final do mês de novembro de 2017 e de 2018, referentes ao primeiro e ao segundo experimento, respectivamente, as mesmas foram avaliadas no Laboratório de Fisiologia Pós-colheita do Núcleo de Alimentos da Embrapa Clima Temperado.

Foram avaliados a coloração da epiderme, obtidos através de duas leituras em faces opostas da região equatorial da superfície das frutas, utilizando o colorímetro Minolta CR 400, com iluminante D65, e abertura de 8 mm, por meio do sistema CIE-Lab, utilizando os parâmetros L* a* b*. Para mensuração do ângulo Hue, foi utilizada a fórmula $^{\circ}\text{Hue} = \arctan(b^*/a^*)$, o resultado desta equação expresso em radianos foi convertido em graus. O conteúdo de sólidos solúveis (SS) foi determinado com auxílio de um refratômetro digital marca ATAGO modelo PAL-1, sendo os resultados expressos em $^{\circ}\text{Brix}$ (Lutz, 2008). O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado por método eletrométrico, com auxílio de um pHmetro digital de bancada marca Metrohn modelo 780/781 (Lutz, 2008). A acidez titulável (AT), foi avaliada por titulometria, utilizando-se 2 mL de suco diluídos em 90 mL de água destilada. A titulação da amostra foi realizada com o auxílio de uma bureta digital Brand® contendo solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1N até atingir o ponto de viragem no pH 8,1. A acidez titulável foi expressa em gramas (g) de ácido cítrico por 100g⁻¹ de polpa (Lutz, 2008).

Relação SS/AT foi calculada através da razão entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável. Textura da polpa das frutas, foi avaliada somente no experimento realizado no ciclo 2017, sendo mensurada com o texturômetro eletrônico TA-TX plus 40855, com ponteira de 2 mm de diâmetro, profundidade de penetração de 5 mm, velocidade de pré-teste de 1,0 m.s⁻¹, teste de 2 m.s⁻¹, pós-teste de 10 m.s⁻¹ e força de 5 kg, duas leituras foram realizadas em faces opostas, na porção mediana do fruto, com os resultados expressos em Newton.

Para a determinação dos compostos fenólicos totais, da atividade antioxidante total e das antocianinas totais das frutas produzidas, amostras compostas por 10 frutas por repetição foram coletadas no mês de novembro

em ambos os anos e armazenadas em sacos de polietileno e congeladas (-18 °C) até o momento da análise. A quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada através do método adaptado de Swain e Hillis (1959), utilizando o reagente Folin-Ciocalteu e as leituras realizadas por meio de espectrometria no comprimento de onda de 725 nm, utilizou-se o ácido clorogênico como padrão para a curva de calibração. Sendo o resultado expresso em mg de ácido clorogênico por 100 g de amostra.

A quantificação das antocianinas totais foi realizada através do método adaptado de Fuleki & Francis (1968). A leitura foi realizada em espectrofotômetro a uma absorvância de 535 nm e 700 nm. Cianidina-3-glicosídeo foi usado como padrão para a curva de calibração e os resultados foram expressos em µg de equivalente cianidina-3-glicosídeo por 100 g de amostra.

A determinação da atividade antioxidante total foi realizada através do método adaptado de Brand-Williams et al. (1995), utilizando a solução do radical estável DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), a absorvância foi medida em espectrofotômetro no comprimento de onda de 515 nm. O padrão Trolox foi utilizado para a curva de calibração e os resultados foram expressos em µg de equivalente trolox por 100 g de amostra.

Para todas as variáveis estudadas em ambos os experimentos, os dados obtidos, foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando significativas, as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Resultados e discussão

Houve interação significativa entre as cultivares e as soluções nutritivas utilizadas na produção de mudas, para o teor de sólidos solúveis, o diâmetro e o comprimento dos morangos, produzidos no ciclo 2017 (Tabela 2). Na comparação entre as cultivares para cada uma das soluções nutritivas, observou-se que o teor de sólidos solúveis foi superior em morangos da cultivar Camarosa em comparação a 'Aromas', independentemente da solução nutritiva utilizada na produção das mudas. Os açúcares solúveis são produtos diretos da fotossíntese e diferenças nos teores de açúcares presentes nas frutas, refletem indiretamente a eficiência fotossintética da cultivar (Yu et al., 2015).

Resultados semelhantes foram encontrados por Becker (2017), no município de Pelotas, ao comparar o teor de sólidos solúveis das duas cultivares, 'Camarosa' também foi superior a 'Aromas', como observado no presente experimento. De acordo com Rahman et al. (2016), o teor de sólidos solúveis presentes em morangos é influenciado pelas condições ambientais onde as frutas foram produzidas, pelo estágio de maturação na colheita e varia de acordo com as características genéticas de cada cultivar.

Tabela 2. Conteúdo de sólidos solúveis, diâmetro e comprimento de frutas de morangueiro das cultivares Camarosa e Aromas, estabelecidas a partir de mudas produzidas com diferentes soluções nutritivas, em sistema de cultivo sem solo no ciclo 2017.

| Solução nutritiva | Sólidos solúveis (°Brix) | | Diâmetro (mm.fruta ⁻¹) | | Comprimento (mm.fruta ⁻¹) | |
|-------------------|--------------------------|----------|------------------------------------|------------|---------------------------------------|-----------|
| | Camarosa | Aromas | Camarosa | Aromas | Camarosa | Aromas |
| SN1 | 8,38 a B | 6,93 b A | 30,12 a A | 30,98 a AB | 41,33 a A | 36,97 b A |
| SN2 | 8,90 a AB | 6,60 b A | 29,59 a A | 29,70 a AB | 42,37 a A | 36,80 b A |
| SN3 | 9,08 a AB | 6,68 b A | 26,45 b B | 31,65 a A | 37,37 a B | 35,98 a A |
| SN4 | 9,73 a A | 6,50 b A | 31,44 a A | 28,34 b B | 41,96 a A | 34,15 b A |
| C.V.(%) | 5,66 | | 4,7 | | 4,15 | |

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro; C.V.: Coeficiente de variação; SN1: solução nutritiva 1 (proposta por Furlani & Fernandes Junior (2004) SN2: solução nutritiva 2 (utilizada por produtores de morango em sistema de cultivo sem solo na região de Pelotas-RS); SN3: solução nutritiva 3 (proposta por Sonneveld & Straver (1994) e adaptada por Peil et al. (2018); SN4: solução nutritiva 4 (solução comercial).

Na comparação das soluções nutritivas para cada uma das cultivares, 'Camarosa' apresentou os maiores teores de sólidos solúveis com a utilização das SN4, SN3 e SN2, não havendo diferença entre as mesmas, no entanto as SN2 e SN3 também não diferiram da SN1. Essa variação está associada a uma possível desuniformidade do ponto de maturação das frutas utilizadas para compor a amostra para avaliação da qualidade dos morangos. Segundo Rahman et al. (2016), o estágio de maturação em que os morangos são colhidos, estão diretamente relacionados com a sua qualidade. No entanto, para 'Aromas', as diferentes soluções nutritivas utilizadas na produção das mudas, não influenciaram o teor de sólidos solúveis presente nas frutas.

Em relação ao diâmetro e o comprimento dos morangos, comparando as soluções nutritivas para uma mesma cultivar, para 'Camarosa' a utilização das SN1, SN2 e SN4 para produção das mudas proporcionaram frutas com maior diâmetro e comprimento, porém não

diferiram entre si. De acordo com Figueira (2000), o morangueiro é uma planta que produz flores com diferentes potenciais de frutificação em função do número de pistilos. Geralmente as primeiras flores, por possuírem um maior número de óvulos, originam frutas maiores e as últimas flores tendem a produzir frutas menores. Logo às plantas de 'Camarosa', em que as mudas foram produzidas com a SN3, no momento da coleta da amostra para avaliação do diâmetro e comprimento, apresentavam frutas originadas por flores terciárias e ou quaternárias emitidas pela planta, o que acarretou em morangos com menor diâmetro e comprimento.

Para 'Aromas' o comprimento das frutas não foi influenciado pelas diferentes soluções nutritivas, enquanto que o maior diâmetro foi verificado com a utilização das SN3, SN1 e SN2, não havendo diferença estatística entre as mesmas, e as SN1 e SN2 também não diferiram da SN4.

Na comparação entre as cultivares para cada uma das soluções nutritivas (Tabela 2), verificou-se que o diâmetro dos morangos das duas cultivares avaliadas, só foi influenciado quando as SN3 e SN4 foram utilizadas, sendo que a 'Camarosa' apresentou maior diâmetro que

'Aromas' com a SN4, enquanto que com o uso da SN3, 'Aromas' foi estatisticamente superior a 'Camarosa'. Em relação ao comprimento, 'Camarosa' produziu frutas com maior comprimento que 'Aromas' quando as mudas de ambas foram produzidas com as SN1, SN2 e SN4.

No ciclo 2017 as frutas da cultivar Camarosa apresentaram maior acidez titulável que as de 'Aromas' (Tabela 3). Em relação às soluções nutritivas aquelas plantas em que as mudas foram produzidas com a SN1 e SN3 produziram frutas com maior acidez titulável, sendo que as mesmas não diferiram entre si.

Tabela 3. Acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH), relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) de frutas de duas cultivares de morangueiro, estabelecidas a partir de mudas produzidas no com diferentes soluções nutritivas, cultivadas em sistema de cultivo sem solo nos ciclos 2017 e 2018.

| Cultivar | AT (g ac. Cítrico. 100 g amostra) | | pH | | SS/AT | |
|--------------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|------------|---------------------|---------------------|
| | Ciclo 2017 | Ciclo 2018 | Ciclo 2017 | Ciclo 2018 | Ciclo 2017 | Ciclo 2018 |
| Camarosa | 0,87 a | 0,93 ^{ns} | 3,59 ^{ns} | 3,44 a | 10,44 ^{ns} | 11,74 a |
| Aromas | 0,68 b | 0,92 | 3,51 | 3,27 b | 9,90 | 8,24 b |
| Solução nutritiva | | | | | | |
| SN1 | 0,83 a | - | 3,54 ^{ns} | - | 9,19 b | - |
| SN2 | 0,76 b | - | 3,60 | - | 10,20 ab | - |
| SN3 | 0,78 ab | 0,91 ^{ns} | 3,58 | 3,41 a | 10,09 b | 10,10 ^{ns} |
| SN4 | 0,72 b | 0,93 | 3,48 | 3,29 b | 11,19 a | 9,88 |
| C.V.(%) | 6,56 | 14,37 | 5,24 | 2,62 | 7,54 | 15,83 |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade de erro; ^{ns}: não significativo, CV: coeficiente de variação; SN1: solução nutritiva 1 (proposta por Furlani & Fernandes Junior (2004) SN2: solução nutritiva 2 (utilizada por produtores de morango em sistema de cultivo sem solo na região de Pelotas-RS); SN3: solução nutritiva 3 (proposta por Sonneveld & Straver (1994) e adaptada por Peil et al. (2018); SN4: solução nutritiva 4 (solução comercial).

No ciclo 2018, não houve diferença estatística para a acidez titulável entre as cultivares e entre as soluções nutritivas. Neste mesmo ciclo, morangos produzidos pela cultivar Aromas, apresentaram um pH mais ácido que as de 'Camarosa'. O mesmo ocorreu entre as plantas de ambas as cultivares produzidas com SN4.

Chitarra & Chitarra (2005) destacam que a relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) é o parâmetro mais utilizado para a avaliação do sabor das frutas, sendo mais representativo que a medição isolada de apenas sólidos solúveis ou acidez. No presente trabalho não houve diferença estatística entre as cultivares, somente entre as soluções nutritivas no ciclo 2017, no qual a SN4 apresentou a maior relação, não diferindo da SN2.

No ciclo 2018, houve diferença entre as cultivares, onde 'Camarosa' apresentou a maior relação SS/AT diferindo significativamente de 'Aromas', enquanto que as duas soluções nutritivas utilizadas neste ciclo para a produção de mudas, não afetaram esta variável (Tabela 3). Cabe destacar que as plantas das diferentes cultivares estudadas e as soluções nutritivas utilizadas durante a produção de mudas, produziram frutas com relação SS/AT superior ou próxima a aquela descrita por Chitarra & Chitarra (2005), considerada mínima para que os morangos apresentem um sabor agradável, valor este que é de 8,75.

A coloração das frutas é um importante parâmetro considerado pelos consumidores no momento da aquisição, porém, as cultivares estudadas não demonstraram diferença para a mesma, no ciclo 2017 (Tabela 4). Neste mesmo

Neste mesmo ciclo, o pH dos morangos não apresentou variação entre as cultivares e também não foi influenciado pelas soluções nutritivas utilizadas na fase de matrizeiro para a produção das mudas. Diferenças entre 'Camarosa' e 'Aromas' em relação à acidez titulável também foram encontradas por Becker (2017), que verificou teores superiores de ácido cítrico em 'Camarosa' em comparação com 'Aromas', o mesmo autor também não verificou diferença para o parâmetro pH entre as duas cultivares.

ciclo, em relação às soluções nutritivas utilizadas durante a produção das mudas, apenas a utilização da SN4 fez com que suas mudas produzissem frutas com coloração de um vermelho menos intenso que aquele verificado nos morangos produzidos pelas mudas que foram elaboradas com as demais soluções.

No ciclo 2018, 'Aromas' apresentou maior ângulo hue (31,73°), para coloração da epiderme, que indica que estava com cor vermelho menos intenso, diferindo de 'Camarosa' que apresentou um menor valor (28,73°), o qual corresponde a um vermelho mais intenso, neste mesmo ciclo, as soluções nutritivas não influenciaram esta variável.

O mercado consumidor de morango tem exigido frutas com boa aparência, sabor, conservação pós-colheita, além de um equilíbrio entre as características físicas e químicas (Samec et al., 2016). A textura das frutas é um indicativo de perecibilidade, pois aqueles morangos que apresentam uma baixa firmeza de polpa tendem a sofrer maiores danos durante o transporte e a comercialização, o que acarreta em maiores perdas.

No experimento realizado no ciclo 2017, 'Aromas' produziu frutas com maior firmeza de polpa comparado a 'Camarosa', o que demonstra que em um possível transporte e comercialização, os morangos da cultivar Camarosa sofreriam maiores danos e também perdas. Cabe ressaltar que a firmeza de polpa é uma característica inerente a cada cultivar e está diretamente relacionada ao manejo da cultura no campo sendo afetada pelo ponto de colheita, estado nutricional, irrigação entre

outras. Neste experimento, não foi observada variação entre as frutas produzidas por plantas oriundas de mudas que foram elaboradas com diferentes soluções nutritivas.

Tabela 4. Textura e coloração da epiderme (Cor) de frutas de duas cultivares de morangueiro, estabelecidas a partir de mudas produzidas com diferentes soluções nutritivas, produzidas em cultivo sem solo no ciclo 2017 e coloração da epiderme, conteúdo de sólidos solúveis (SS), diâmetro e comprimento de frutas de duas cultivares de morangueiro, estabelecidas a partir de mudas produzidas com diferentes soluções nutritivas, produzidas em sistema de cultivo sem solo no ciclo 2018.

| Cultivar | Textura (N) | | Cor (°Hue) | | SS (°Brix) | Diâmetro (mm.fruta ⁻¹) | Comprimento (mm.fruta ⁻¹) |
|--------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| | Ciclo 2017 | Ciclo 2017 | Ciclo 2018 | Ciclo 2018 | Ciclo 2018 | Ciclo 2018 | Ciclo 2018 |
| Camarosa | 0,49 b | 28,66 ^{ns} | 28,75 b | 10,91 a | 28,93 ^{ns} | 40,41 ^{ns} | |
| Aromas | 0,56 a | 29,31 | 31,73 a | 7,40 b | 29,21 | 35,83 | |
| Solução nutritiva | | | | | | | |
| SN1 | 0,57 ^{ns} | 28,57 b | - | - | - | - | |
| SN2 | 0,50 | 28,13 b | - | - | - | - | |
| SN3 | 0,51 | 28,62 b | 30,96 ^{ns} | 9,16 ^{ns} | 28,70 ^{ns} | 38,11 ^{ns} | |
| SN4 | 0,55 | 30,63 a | 29,53 | 9,15 | 29,44 | 38,14 | |
| C.V.(%) | 12,63 | 3,07 | 7,86 | 13,19 | 5,49 | 4,03 | |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade de erro; N: Newton; ^{ns}: não significativo, CV: coeficiente de variação; SN1: solução nutritiva 1 (proposta por Furlani & Fernandes Junior (2004) SN2: solução nutritiva 2 (utilizada por produtores de morango em sistema de cultivo sem solo na região de Pelotas-RS); SN3: solução nutritiva 3 (proposta por Sonneveld & Straver (1994) e adaptada por Peil et al. (2018); SN4: solução nutritiva 4 (solução comercial).

O diâmetro e o comprimento dos morangos produzidos no ciclo 2018, não apresentaram diferença estatística em relação às cultivares e solúveis que 'Aromas', e as soluções nutritivas SN3 e SN4 não influenciaram esta variável. Segundo Chitarra & Chitarra (2005), a frutose e sacarose são os principais açúcares presentes nas frutas, e sua concentração é variável entre as distintas cultivares, sendo também influenciada por fatores climáticos.

De acordo com a avaliação dos compostos fitoquímicos presentes nos morangos produzidos no ciclo 2017 (Tabela 5), observa-se que em relação às cultivares, 'Camarosa' apresentou maior teor de compostos fenólicos totais, antocianinas totais e maior atividade antioxidante total em relação a 'Aromas'. No ciclo realizado em 2018, 'Camarosa' apresentou maior teor de compostos fenólicos totais e maior atividade antioxidante que 'Aromas', porém em relação à composição de antocianinas totais, as cultivares não diferiram entre si.

Observa-se que as frutas de 'Camarosa' apresentaram uma coloração da epiderme (Tabela 4), que corresponde a um vermelho intenso, enquanto que as de 'Aromas' um vermelho mais alaranjado, o que possivelmente está relacionado às maiores quantidades de compostos fitoquímicos apresentadas por 'Camarosa'. Uma vez que a coloração nos morangos é causada principalmente pelo acúmulo de antocianinas (Zhang et al., 2018). Nos últimos anos tem crescido o interesse por produtos alimentícios, que apresentem em sua composição corantes naturais, e o morango apresenta um grande potencial, por ser rico em antocianinas, podendo ser utilizado pela indústria alimentícia na elaboração de produtos sem a necessidade de adicionar aos mesmos corantes artificiais (Dzhanfezova et al., 2020).

Carvalho (2013) realizando a caracterização físico-química de compostos bioativos de morangos

soluções nutritivas utilizadas na fase de matrizeiro (Tabela 4). Neste mesmo ciclo, a 'Camarosa' produziu morangos com maior conteúdo de sólidos das cultivares Camarosa e Aromas, também no município de Pelotas-RS, verificou valores distintos aos do presente estudo, em relação aos teores de compostos fenólicos totais, sendo que 'Camarosa' apresentou 276,92 mg do equivalente ácido clorogênico/100g peso fresco e Aromas 307,71 mg do equivalente ácido clorogênico/100g peso fresco. Ainda o mesmo autor verificou para antocianinas totais 87,07 mg e 80,84 mg equivalente cianidina-3-glicosídeo/100g peso fresco, para 'Camarosa' e 'Aromas' respectivamente, sendo que os mesmos são inferiores aos verificados para as mesmas cultivares, em ambos os ciclos do presente estudo. No entanto, para a atividade antioxidante verificou 1149,90 µg e 1070,09 µg equivalente trolox/g peso fresco, para 'Camarosa' e 'Aromas' respectivamente, resultado similar ao encontrado para a cultivar Aromas no ciclo 2018.

De modo geral, o conteúdo de compostos bioativos presentes nos morangos são afetados pelas características genéticas das cultivares, condições do ambiente de cultivo, condições nutricionais e de manejo da cultura (Trefz & Omaye, 2015; Rahman et al., 2016), o que explicaria a variação encontrada entre os trabalhos em relação a composição de compostos bioativos em morangos das cultivares 'Camarosa' e 'Aromas'.

Os fitoquímicos avaliados neste trabalho não apresentaram diferenças estatísticas significativas para as soluções nutritivas utilizadas durante a produção das mudas, em ambos os ciclos de cultivo (Tabela 5). Demonstrando que em mudas 'plug plant' (envazadas) a qualidade das frutas não é afetada pelas condições nutricionais em que os propágulos utilizados na produção das mudas foram produzidos. Os propágulos são retirados da planta

matriz e colocados para enraizar em substrato que lhes forneça certa quantidade de nutrientes, possibilitando a formação de mudas homogêneas, que após o transplante apresentam produção e qualidade de frutas similar. Essa informação fornece ao viveirista que comercializa mudas 'plug plant', a

possibilidade de utilizar diversas soluções nutritivas que promovam a produção de um maior número de propágulos por matriz, aumentando a viabilidade econômica do sistema de cultivo, visto que, a mesma não afeta a produção e a qualidade das frutas produzidas por estas mudas.

Tabela 5. Compostos fenólicos totais, antocianinas totais e atividade antioxidante total de frutas de duas cultivares de morangueiro, estabelecidas com mudas produzidas no sistema de cultivo sem solo sob diferentes soluções nutritivas, nos ciclos 2017 e 2018.

| Cultivar | Compostos fenólicos ¹ | | Antocianinas totais ² | | Atividade antioxidante ³ | |
|--------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| | Ciclo 2017 | Ciclo 2018 | Ciclo 2017 | Ciclo 2018 | Ciclo 2017 | Ciclo 2018 |
| Camarosa | 430,7 a | 334,86 a | 145,54 a | 94,47 ^{ns} | 1036,94 a | 1344,63 a |
| Aromas | 367,02 b | 279,62 b | 101,91 b | 91,07 | 934,39 b | 1083,71 b |
| Solução nutritiva | | | | | | |
| SN1 | 399,55 ^{ns} | - | 123,42 ^{ns} | - | 994,71 ^{ns} | - |
| SN2 | 407,17 | - | 126,61 | - | 992,37 | - |
| SN3 | 405,64 | 320,57 ^{ns} | 132,54 | 101,14 ^{ns} | 983,94 | 1193,69 ^{ns} |
| SN4 | 383,06 | 293,91 | 112,32 | 84,40 | 971,64 | 1234,65 |
| C.V. (%) | 13,56 | 15,05 | 18,21 | 20,99 | 13,73 | 7,53 |

¹Compostos fenólicos totais expressos em mg do equivalente ácido clorogênico/100g peso fresco; ²Antocianinas totais expressas em mg equivalente cianidina-3-glicosídeo/100g peso fresco; ³Atividade antioxidante total expressa em µg equivalente trolox/g peso fresco. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade de erro; ^{ns}: não significativo, CV: coeficiente de variação; SN1: solução nutritiva 1 (proposta por Furlani & Fernandes Junior (2004) SN2: solução nutritiva 2 (utilizada por produtores de morango em sistema de cultivo sem solo na região de Pelotas-RS); SN3: solução nutritiva 3 (proposta por Sonneveld & Straver (1994) e adaptada por Peil et al. (2018); SN4: solução nutritiva 4 (solução comercial).

Conclusão

A qualidade físico-química dos morangos é afetada principalmente pelo fator cultivar, e em menor grau pelas soluções nutritivas utilizadas na fase de produção das mudas. Os compostos fitoquímicos presentes nos morangos, não são influenciados pelas soluções nutritivas utilizadas na fase de matrizeiro. A cultivar Camarosa apresenta parâmetros físico-químicos e fitoquímicos que conferem ao consumidor maior aceitabilidade e benefícios para a sua saúde em comparação com a cultivar Aromas.

Referências

ANTUNES, L.E.C., BONOW, S., REISSER JUNIOR, C. Morango crescimento constante em área e produção. Campo & Negócios, Anuário HF. vol. 37, n.1, p. 88-92, 2020. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/213216/1/Anuario-HF-2020-LEC-Antunes.pdf>.

BECKER, T. B. Produção de mudas de morangueiro fora do solo sob diferentes concentrações de nitrogênio nas matrizes e datas de plantio das mudas na Região Sul do RS. 107f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil, 2017.

BRAND-WILLIAMS, W., CUVÉLIER, M. E., BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, vol. 28, n.1, p. 25-30, 1995. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).

CARVALHO, S. Produção, qualidade e conservação pós-colheita de frutas de diferentes cultivares de morangueiro nas condições edafoclimáticas de Pelotas-RS. 102f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil, 2013.

CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: Universidade Federal de Lavras. 785 p. 2005.

COSTA, R. C., CALVETE, E. O., PEDERSEN, A. C., TRENTIN, N. D. S. Quality of strawberry seedlings can determine precocity. Australian Journal of Crop Science, vol. 12, n. 1, p.81, 2018. [10.21475 / ajcs.18.12.01.pne710](https://doi.org/10.21475/ajcs.18.12.01.pne710).

DIEL, M. I., PINHEIRO, M. V. M., THIESEN, L. A., ALTISSIMO, B. S., HOLZ, E., SCHMIDT, D. Cultivation of strawberry in substrate: Productivity and fruit quality are affected by the cultivar origin and substrates. Ciência e Agrotecnologia, vol. 42, n. 3, p. 229-239, 2018. <https://doi.org/10.1590/1413-70542018423003518>.

DZHANFEZOVA, T., BARBA-ESPÍN, G., MÜLLER, R., JOERNSGAARD, B., HEGELUND, J. N., MADSEN, B., LARSEN, D. H., VEJA, M. M., TOLDAM-ANDERSEN, T. B. Anthocyanin profile, antioxidant activity and total phenolic content of a strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch) genetic resource collection. Food Bioscience, 100620, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100620>.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 402p. 2000.

FULEKI, T., FRANCIS, F. J. Quantitative methods for anthocyanins 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. Journal of Food Science, vol. 33, n.1, p.72-77, 1968. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1968.tb00887.x>.

FURLANI, P. R., FERNANDEZ JÚNIOR, F. Cultivo hidropônico de morango em ambiente protegido. In Anais do I Simpósio Nacional do Morango e II Encontro de

- Pequenas Frutas e Frutas Nativas Do Mercosul (pp. 102-115). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004.
- GONÇALVES, G. A. S., RESENDE, N. S., GONÇALVES, C. S., ALCÂNTARA, E. M. DE, CARVALHO, E. E. N., DE RESENDE, J. V., CIRILLO, M. A. & BOAS, E. V. D. B. V. Temporal dominance of sensations for characterization of strawberry pulp subjected to pasteurization and different freezing methods. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 77, p. 413-421, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.077>.
- LUTZ, I. A. Métodos físico-químicos para análise de Alimentos. Métodos físico-químicos para análise de Alimentos, p. 589–625, 2008.
- NIN, S., PETRUCCI, W. A., GIORDANI, E., MARINELLI, C. Soilless systems as an alternative to wild strawberry (*Fragaria vesca* L.) traditional open-field cultivation in marginal lands of the Tuscan Apennines to enhance crop yield and producers' income. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, vol. 93, n. 3, p.323-335, 2018. <https://doi.org/10.1080/14620316.2017.1372110>.
- PAULUS, D., ZORZZI, I. C., SANTIN, A., RANKRAPE, F. (2018). Nutrient Solution for Production and Quality of Strawberry Grown in Substrate. *Journal of Experimental Agriculture International*, vol. 28, n. 3 p.1-10, 2018. <https://doi.org/10.9734/JEAI/2018/44763>.
- PEIL, R. M. N.; MARQUES, G. N.; SIGNORINI, C. B. Cultivo do morangueiro em substrato: aspectos técnicos e ambientais de sistemas abertos e fechados. In *Anais de palestras e artigos premiados no XI Encontro Brasileiro de Hidroponia e III Simpósio Brasileiro de Hidroponia* (pp. 24-50). Florianópolis: Tribo da Ilha, 2018.
- RAHMAN, M. M., MONIRUZZAMAN, M., AHMAD, M. R., SARKER, B. C. & ALAM, M. K. Maturity stages affect the postharvest quality and shelf-life of fruits of strawberry genotypes growing in subtropical regions. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, vol.15, n.1, p.28-37, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2014.05.002>.
- ŠAMEC, D., MARETIĆ, M., LUGARIĆ, I., MEŠIĆ, A., SALOPEK-SONDI, B. & DURALIJA, B. Assessment of the differences in the physical, chemical and phytochemical properties of four strawberry cultivars using principal component analysis. *Food Chemistry*, v.194, p.828-834, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.08.095>.
- SONNEVELD, C., STRAVER, N. Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates. The Netherlands: Proefstation voor Tuinbouw onder Glas Te Naaldwijk, vol. 45. 1994. <https://core.ac.uk/download/pdf/160653485.pdf>.
- SWAIN, T., HILLIS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica* L. The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of Science and Food Agriculture*, vol. 10, n. 1, p.63-68, 1959.. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740100110>.
- TREFTZ, C., Omaye, S. T. Nutrient analysis of soil and soilless strawberries and raspberries grown in a greenhouse. *Food and Nutrition Sciences*, vol. 6, n. 9, p.805, 2015. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2015.69084>.
- WANG, D., GABRIEL, M. Z., LEGARD, D., SJULIN, T. Characteristics of growing media mixes and application for open-field production of strawberry (*Fragaria ananassa*). *Scientia horticulturae*, vol. 198, p. 294-303, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.11.023>.
- WEI, H., LIU, C., JEONG, R. B. An Optimal Combination of the Propagation Medium and Fogging Duration Enhances the Survival, Rooting and Early Growth of Strawberry Daughter Plants. *Agronomy*, vol. 10, n. 4, p.557, 2020. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040557>.
- YU, J., WANG, M., DONG, C., XIE, B., LIU, G., FU, Y., LIU, H. Analysis and evaluation of strawberry growth, photosynthetic characteristics, biomass yield and quality in an artificial closed ecosystem. *Scientia Horticulturae*, vol. 195, n. 1 p.188-194, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.009>.
- ZHANG, Y., JIANG, L., LI, Y., CHEN, Q., YE, Y., ZHANG, Y., LUO, Y., SUN, B., WANF, X. & TANG, H. Effect of red and blue light on anthocyanin accumulation and differential gene expression in strawberry (*Fragaria x ananassa*). *Molecules*, vol. 23, n. 4, p.820, 2018. <https://doi.org/10.3390/molecules23040820>.