



Vértices (Campos dos Goitacazes)

ISSN: 1415-2843

ISSN: 1809-2667

essentia@iff.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia

Fluminense

Brasil

Qualidade dos frutos de cultivares de morangueiro submetidos a pulverização com nutrientes em sistema semi-hidropônico

Menezes Júnior, Francisco Olmar Gervini de; Souza, Alexandra Goede de; Saraiva, Fátima Rosangela de Souza

Qualidade dos frutos de cultivares de morangueiro submetidos a pulverização com nutrientes em sistema semi-hidropônico

Vértices (Campos dos Goitacazes), vol. 25, núm. 1, e25116681, 2023

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Brasil

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=625774171001>

DOI: <https://doi.org/10.19180/1809-2667.v25n12023.16681>

Qualidade dos frutos de cultivares de morangueiro submetidos a pulverização com nutrientes em sistema semi-hidropônico

Fruit quality of strawberry cultivars submitted to nutrient spraying in semi-hydroponic system

Calidad del fruto de cultivares de fresa sometidos a pulverización de nutrientes en sistema semi-hidropónico

Francisco Olmar Gervini de Menezes Júnior¹
 Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de
 Santa Catarina (Epagri), Brasil
 franciscomenezes@epagri.sc.gov.br

 <https://orcid.org/0000-0001-9885-4060>

DOI: <https://doi.org/10.19180/1809-2667.v25n12023.16681>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=625774171001>

Alexandra Goede de Souza²
 Instituto Federal Catarinense (IFC), Brasil
 alexandra.souza@ifc.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0002-0572-0205>

Fátima Rosângela de Souza Saraiva³
 Instituto Federal Catarinense (IFC), Brasil
 fatima.saraiva@ifc.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0001-6466-7988>

Recepción: 20 Diciembre 2021
 Aprobación: 08 Noviembre 2022
 Publicación: 24 Enero 2023

RESUMO:

A exigência da sociedade por alimentos com alta qualidade organoléptica e nutracêutica requer estudos que identifiquem cultivares superiores e o manejo nutricional que proporcione ganhos nos atributos de qualidade. Foram analisados os atributos pH, sólidos solúveis (SS), acidez total titulável (AT), relação SS/AT, conteúdos totais de flavonoides (FVT), antocianinas (ATC), compostos fenólicos (CFT) e vitamina C (Vit C) e atividade antioxidante (AAT) dos pseudofrutos de dois cultivares de morango de dias curtos (Pirquinque e Jônica) e dois de dias neutros (Albion e San Andreas) submetidos a pulverizações com água ou nutrientes (PAN) (B, Zn e B+Zn) sob cultivo semi-hidropônico no Alto Vale do Itajaí, SC. Morangos dos cultivares de dias curtos apresentam maior teor de SS e relação SS/AT. A PAN não influencia o pH, SS, AT e relação SS/AT. Morangos dos cultivares Jônica e Albion se destacam pelo alto conteúdo de Vit C. A aplicação de Zn aumenta a VIT C dos cultivares. A variação encontrada nos teores de FT, ATC e AAT, deve-se principalmente a genética de cada cultivar. A AAT correlacionou-se positivamente com o conteúdo de FVT e ATC e negativamente com SS. Maiores valores de AAT foram observados, em ordem decrescente, para San Andreas, Jônica, Albion e Pirquinque. Pseudofrutos de Pirquinque são mais doces, com maior SS e relação SS/AT, porém com menor AAT.

PALAVRAS-CHAVE: *Fragaria x ananassa*, nutracêuticas, antioxidante, boro, zinco.

NOTAS DE AUTOR

- 1 Doutor (2003) em Produção Vegetal pela Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) – Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Agente Técnico de Formação Superior IV – Pesquisador em Olericultura da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) – Ituporanga/SC – Brasil. E-mail: franciscomenezes@epagri.sc.gov.br.
- 2 Doutora em Produção Vegetal pela Universidade do Estado de Santa Catarina. Professora do Instituto Federal Catarinense (IFC) – Rio do Sul/SC – Brasil. E-mail: alexandra.souza@ifc.edu.br.
- 3 Doutora em Produção Vegetal, Melhoramento Vegetal na Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC). Servidora do Instituto Federal Catarinense (IFC) – Rio do Sul/SC – Brasil. E-mail: fatima.saraiva@ifc.edu.br.

ABSTRACT:

Society's demand for foods with high organoleptic and nutraceutical quality requires studies that identify superior cultivars and nutritional management that provides gains in quality attributes. The attributes pH, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), SS/TA ratio, total content of flavonoids (FVT), anthocyanins (ATC), phenols compounds (TPC), vitamin C (Vit C) and total antioxidant activity (TAA) of pseudofruits of two cultivars of short days (Pircinque and Jônica) and two of neutral days (Albion and San Andreas) submitted to spraying with water or nutrients (PAN) (B, Zn and B + Zn) under semi-hydroponic system in Alto Vale do Itajaí/SC, Brazil. Pseudofruits from short-day cultivars have higher SS content and SS/AT ratio. PAN does not influence pH, SS, AT and SS/AT ratio. Strawberries from Jônica and Albion stand out for their high Vit C content. The application of Zn increases Vit C of the cultivars. The variation found in the levels of FVT, ATC and TAA, is mainly due to the genetics of each cultivar. The TAA correlated positively with the FvT and ATC content and negatively with SS. Higher TAA were observed in decreasing order for San Andreas, Jônica, Albion and Pircinque. Pircinque strawberries are sweeter, with higher SS and SS/AT ratio, but with lower TAA.

KEYWORDS: *Fragaria x ananassa*, nutraceutical properties, antioxidant activity, boron, zinc.

RESUMEN:

La demanda de la sociedad por alimentos con alta calidad organoléptica y nutracéutica requiere estudios que identifiquen cultivares superiores y un manejo nutricional que proporcione ganancias en los atributos de calidad. Los atributos pH, sólidos solubles (SS), acidez total titulable (TA), relación SS/AT, contenido total de flavonoides (FVT), antocianinas (ATC), compuestos fenólicos (CFT) y vitamina C (Vit C) y actividad antioxidante (AAT) de pseudofrutas de dos cultivares de fresa de día corto (Pircinque y Jônica) y dos de día neutro (Albion y San Andreas) sometidos a aspersión con agua o nutrientes (PAN) (B, Zn y B + Zn) en cultivo semi-hidropónico en Alto Vale do Itajaí/SC, Brasil. Las fresas de cultivares de días cortos tienen un mayor contenido de SS y una relación SS/AT. PAN no influye en la relación pH, SS, AT y SS/AT. Las fresas de los cultivares Jônica y Albion se destacan por su alto contenido en Vit C. La aplicación de Zn incrementa el VIT C de los cultivares. La variación encontrada en los niveles de FT, ATC y AAT se debe principalmente a la genética de cada cultivar. La AAT se correlacionó positivamente con el contenido de FVT y ATC y se correlacionó negativamente con SS. Se observaron valores más altos de AAT, en orden descendente, para San Andreas, Jônica, Albion y Pircinque. Las pseudofrutas de Pircinque son más dulces, con mayor proporción SS y SS/AT, pero con menor AAT.

PALABRAS CLAVE: *Fragaria x ananassa*, propiedades nutracéuticas, actividad antioxidante, boro, zinc.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo do morangueiro em sistema semi-hidropônico é uma atividade em expansão no estado de Santa Catarina, o que se deve ao alto retorno econômico da atividade, melhores condições ergonômicas no trabalho, redução no uso de defensivos agrícolas e produção de alimentos seguros ao consumo. Nas últimas décadas os consumidores estão cada vez mais conscientes da importância do consumo de alimentos saudáveis e de qualidade (SCHERER *et al.*, 2003). A qualidade dos alimentos está relacionada às características como aspecto, cor, paladar, valor biológico, compostos orgânicos, bem como a presença de substâncias que, além de cumprir com suas funções como alimento, possuam propriedades nutracêuticas. O morango é considerado um alimento funcional, pois, além das suas propriedades nutricionais como fonte de fibras e minerais, possui substâncias ativas com notável capacidade antioxidante que mantêm ou melhoram a saúde do organismo humano (ROCHA *et al.*, 2008; SKROVANKOVA *et al.*, 2015). A atratividade de um alimento está relacionada às suas características organolépticas. Essas, no caso do morango, estão relacionadas, entre outros aspectos, a acidez e teor de açúcares; enquanto as propriedades antioxidantes estão relacionadas aos conteúdos de compostos fenólicos, flavonoides, antocianinas e vitamina C (SOUZA; FASSINA E SARAIVA, 2018). A nutrição das plantas pode afetar tanto a produtividade quanto as características nutricionais e funcionais dos alimentos (TREJO-TÉLLEZ; GÓMEZ-MERINO, 2014). No entanto, estudos que relacionem a nutrição das plantas e seus efeitos nas características nutracêuticas do morango cultivado em sistema semi-hidropônico podem ser considerados escassos. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito da pulverização de nutrientes (boro, zinco e boro + zinco) nas características físico-químicas e atividade

antioxidante de pseudofrutos de cultivares de morangueiro de dias curtos e neutros, em sistema semi-hidropônico nas condições do Alto Vale do Itajaí, SC.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em 2018, em ambiente protegido, no sistema semi-hidropônico, na Epagri, Estação Experimental de Ituporanga, SC, latitude de 27°38'S, longitude de 49°60'W e altitude de 475 metros acima do nível do mar. Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cfa.

Os tratamentos consistiram de quatro cultivares de morangueiro, dois de dias curtos (Pirquinque e Jônica) e dois de dias neutros (Albion e San Andreas) submetidos a pulverizações, a cada dez dias (primeira aplicação em 24 de julho e última em 15 de setembro), totalizando sete aplicações, de água e subdoses de boro ($0,5 \text{ g L}^{-1}$ de ácido bórico), zinco ($1,5 \text{ g L}^{-1}$ de sulfato de zinco), boro+zinco ($0,5 \text{ g L}^{-1}$ de ácido bórico + $1,5 \text{ g L}^{-1}$ de sulfato de zinco).

O ambiente protegido utilizado foi o modelo em arco com 27,0 m de comprimento, 8 m de largura, pé-direito de 4,0 m, altura de 5,5 m, janela zenital, calhas coletoras de água, antecâmara (4,5 x 4,0 m), disposto no sentido 132°SE, estrutura metálica (aço galvanizado), cobertura de PEBD, com aditivo UV e espessura de 150 µm. Suas laterais são móveis e o ambiente protegido foi mantido aberto durante praticamente todo o período experimental e fechado apenas quando da incidência de chuva ou ventos fortes. Em seu interior foi instalada uma estação meteorológica de registro automático Davis Vantage Pro2®. No período de colheita dos pseudofrutos foram registrados a temperatura média do ar (19,0 °C) e a umidade relativa média do ar (87%) (Figura 1). Com vistas à comparação de dados meteorológicos, foram inseridos os registros de radiação solar (W/m^2) e energia solar (Ly) no interior do ambiente protegido obtidos nos anos de 2015, 2016, 2017 e 2018 (Figura 2).

Utilizou-se o sistema de cultivo semi-hidropônico, onde cinco bancadas (15,40 x 0,70 m, espaçadas entre si em 0,80 m) em nível foram construídas sobre palanques de sustentação de madeira tratada, a 0,70 m de altura média acima do solo. Sobre estes palanques foram fixadas travessas verticais e transversais de madeira, que sustentaram recipientes (*slabs*) de 1,25 x 0,30 m (distanciados lado a lado na bancada em 0,15 m), com os substratos e o sistema de fertirrigação.

O sistema de fertirrigação foi formado por dois tanques interligados, um com solução nutritiva (1.000 L) e outro com água coletada da chuva (3.000 L), sistema Venturi, moto-bomba [3 KW HP-cv, 0,75 (100)], temporizador ("timer"), manômetro regulado a 15 PSI, filtro de anéis, linha distribuidora de 3/4" de polegada e linhas de distribuição, de solução nutritiva ou água aos *slabs* formada por mangueiras de gotejamento com gotejadores espaçados em 10 cm.

As mudas foram transplantadas para os *slabs*, preenchidos com substrato MaxFertil®, em 14/05/2018. Até o período de pegamento as plantas foram irrigadas apenas com água coletada da chuva. Após esse período, iniciou-se o fornecimento de solução nutritiva. Para permitir um melhor desenvolvimento das mudas foram retiradas todas as flores que surgiram até que as plantas apresentassem em média 4 a 5 folhas definitivas. Utilizaram-se as soluções nutritivas de macronutrientes indicadas por Furlani (2001), citada por Gonçalves *et al.* (2016) para as fases vegetativa e reprodutiva. Em ambas as fases foram adicionados os micronutrientes, em mg L^{-1} , nas concentrações de 0,51 de B; 0,51 de Cu; 0,51 de Mn; 0,21 de Zn; 0,085 de Mo e 2,00 de Fe. No período experimental o pH e a condutividade elétrica média do reservatório de solução nutritiva e drenado foram de 5,7 e $1,51 \text{ mS cm}^{-1}$ e de 5,6 e $1,35 \text{ mS cm}^{-1}$, respectivamente.

As parcelas experimentais foram formadas por um *slab*. Em cada *slab* foram plantadas sete mudas, espaçadas em 20 cm, sendo coletadas das três plantas centrais dez frutos para a composição de uma amostra a ser utilizada para as avaliações qualitativas. Os frutos foram colhidos quando apresentavam mais de 80% da superfície vermelha. O período de colheita dos frutos foi de 16/08/18 a 28/09/18. Para a manutenção

da integridade das amostras, os frutos ao serem coletados foram acondicionados em embalagens plásticas e imediatamente congelados em *freezer* até o momento das análises.

Foram avaliados, no Laboratório de Pós-colheita do IFC *Campus* Rio do Sul/SC, as variáveis: pH (pH), sólidos solúveis (SS), acidez total titulável (AT), relação SS/AT, conteúdos totais de flavonoides (FVT), antocianinas (ATC), compostos fenólicos (CFT), vitamina C (Vit C) e atividade antioxidante total (AAT). Utilizaram-se as metodologias citadas por Souza, Fassina e Saraiva (2018).

Os teores de AT foram obtidos por titulometria de 10 mL do suco dos pseudofrutos diluídos em 90 mL de água destilada com hidróxido de sódio 0,1 N até pH 8,1 (AMARANTE *et al.*, 2008), sendo os resultados expressos em % de ácido cítrico. Os teores de SS foram determinados em refratômetro analógico, com posterior correção da temperatura, em suco extraído conforme descrito para AT. A relação entre SS/AT foi calculada pela divisão dos SS pela AT. O pH foi determinado com pHmetro de bancada (modelo mPA210) em suco extraído dos pseudofrutos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Para a determinação dos conteúdos de ANT e FVT totais foi utilizado o método de Lees e Francis (1972), as polpas das frutas foram homogeneizadas com solução extratora (etanol 95%:HCl 1,5 N – 85:15, v/v) e estocadas por 12 horas a 4 °C. As amostras foram filtradas com papel filtro e a absorbância medida em espectrofotômetro no λ de 535 nm para antocianinas e de 374 nm para flavonoides. Os resultados foram expressos em mg 100 g⁻¹ de matéria fresca, calculados pela fórmula (1):

$$\text{Antocianina ou Flavonoides} = \frac{\text{Absorbância} \times \text{fator de diluição}}{76,6 \text{ (para flavonoides) ou } 98,2 \text{ (para antocianina)}} \quad (1)$$

O procedimento de obtenção do extrato para a quantificação dos CFT e da AAT foi adaptado de Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997). Para extração hidroalcoólica foram utilizadas 10 g de polpa processada, deixado em uma solução de metanol 50% por uma hora. O material foi centrifugado a 5.000 rpm e 4 °C por 30 minutos. O sobrenadante foi armazenado e o resíduo submetido a uma nova extração com acetona 70%. Após uma hora, o material foi novamente centrifugado, acrescentando o sobrenadante ao anterior, completando o volume para 100 mL com água destilada. A quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada pelo método colorimétrico Folin-Ciocalteu, que envolve a redução do reagente pelos compostos fenólicos da amostra, com a formação de um complexo azul que aumenta linearmente a absorbância no λ de 760 nm (SWAIN; HILLIS, 1959). O ácido gálico foi utilizado como padrão dos CFT. Em 1 mL do extrato foi adicionado 1 mL de Folin-Ciocalteu, 2 mL de carbonato de sódio a 20% e 2 mL de água destilada. As leituras foram realizadas em triplicata, após 30 minutos, em espectrofotômetro, λ de 760 nm e o conteúdo de CFT foi expresso em equivalente de ácido gálico (EAG; mg EAG g⁻¹ matéria fresca), usando a equação da reta obtida da calibração da curva com o ácido gálico.

A AAT foi determinada utilizando a metodologia baseada na capacidade do extrato de sequestrar o radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazila (método DPPH) (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995, adaptado por MILARDOVIC; IVEKOVIC; GRABARIC, 2006). Em ambiente escuro, foi tomado 0,1 mL do extrato com 3,9 mL do radical DPPH (em triplicata). A mistura foi agitada em Vortex e deixada em repouso. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (modelo Rayleigh UV-9200), no λ de 515 nm, após 30 minutos. A taxa de inibição do radical DPPH foi calculada utilizando a fórmula (2):

$$I\% = (\text{Abranco} - \text{Aamostra} / \text{Abranco}) \times 100\% \quad (2)$$

onde,

Abranco é a absorbância da reação controle (contém todos os reagentes, exceto a amostra testada) e Aamostra é a absorbância da amostra testada.

O conteúdo de vitamina C foi determinado pelo método espectrofotométrico, utilizando-se 2,4-dinitrofenilhidrazina (STROHECKER; ZARAGOZA; HENNING, 1967). Foi utilizado 1 grama de polpa, macerados em 5 mL de ácido oxálico (0,5%). Após filtragem, foi tomado 1 mL da amostra e adicionados 3 mL de ácido oxálico, 5 gotas do agente oxidante 2,6 diclorofenil-indofenol (2,3-DCFI), 1 mL de 2,4 dinitrofenilhidrazina (2,4-DNPH), 1 gota de tiourea e 5 mL de ácido sulfúrico. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro no λ de 520 nm e os resultados expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g-1 de matéria fresca. Os tratamentos foram dispostos no delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 4 x 4, com 4 repetições. Cada parcela experimental foi composta por uma amostra de 10 frutos de morangos. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do *software* livre R Core Team (2017).

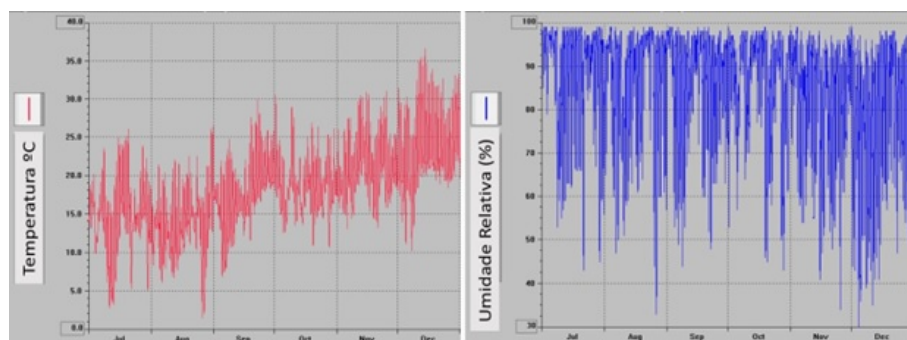


FIGURA 1.

Dados de temperatura média (°C) e umidade relativa (%) do ar no interior do ambiente protegido registrados pela estação automática Davis Vantage Pro2® no período de julho a dezembro de 2018. Epagri – Ituporanga, SC

Fonte: Os autores (2018)

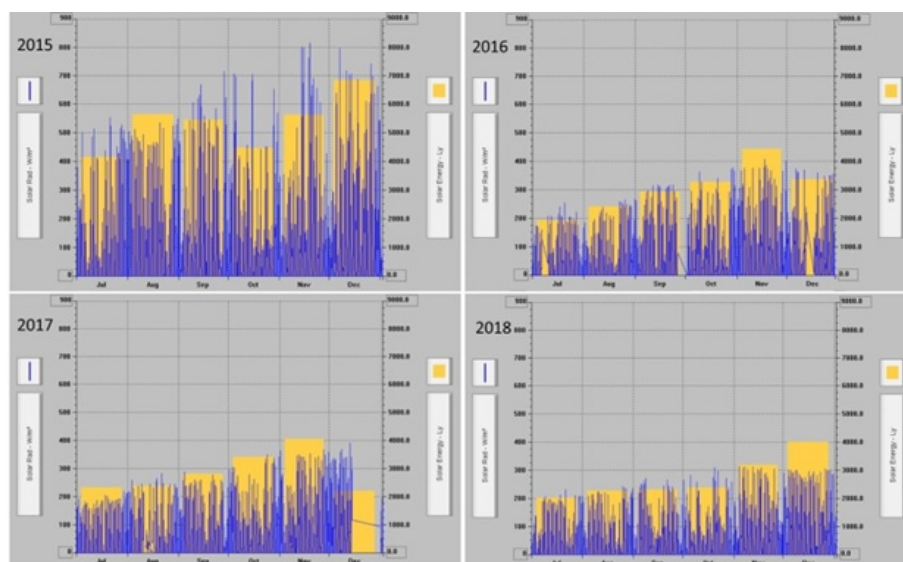


FIGURA 2.

Dados de radiação solar (w/m²) e energia solar (Ly) no interior do ambiente protegido registrados pela estação automática Davis Vantage Pro2® no período de julho a dezembro de 2015, 2016, 2017 e 2018. Epagri – Ituporanga, SC

Fonte: Os autores (2018)

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Atributos de pH, sólidos solúveis (SS), acidez total titulável (AT) e relação SS/AT

Não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre os fatores (cultivar – CULT e pulverização/aplicação de água ou nutrientes – PAN) para os atributos pH, SS, AT e relação SS/AT. Estas não foram influenciadas pela PAN, mas variaram de acordo com os cultivares para o pH, SS e relação SS/AT. Não havendo diferenças significativas ($p > 0,05$) para os fatores CULT e PAN em relação a AT (Tabela 1).

Em geral, os cultivares de dias curtos apresentaram valores mais elevados de pH, SS e relação SS/AT, com destaque para Pircinque, um pseudofruto menos ácido e com maior SS. Não havendo diferenças entre cultivares de dias neutros.

À exceção de Pircinque, os demais cultivares apresentaram pH similares aos valores médios reportados por Camargo (2008), citado por Pádua *et al.* (2015), de 3,6. Enquanto a AT não variou entre os cultivares, com valores médios de 1,0%.

Os valores de SS do presente experimento são condizentes aos observados por outros autores, cuja colheitas foram iniciadas a partir do início da primavera (Tabela 1). Em estudo realizado na Itália, onde os cultivares de dias curtos Pircinque e Jônica foram desenvolvidos, em três regiões tradicionais produtoras de morango, foram registrados valores de SS de 5,9 a 7,4 para Pircinque e de 5,0 a 7,6 para Jônica (COCCO, 2014). Fagherazzi (2017), no Planalto Sul Catarinense, registrou valores médios de 8,6 para Pircinque e 8,0 para Jônica. Para os cultivares de dias neutros, têm sido comumente reportados valores de SS de 5,2 a 6,7 para San Andreas e de 7,0 a 6,8 para Albion (BECKER *et al.*, 2020; CECATTO *et al.*, 2013; FAGHERAZZI, 2017; FRANCO; ULIANA; MADRUGA LIMA, 2017; PÁDUA *et al.*, 2015).

No entanto, em colheitas realizadas em regiões ou períodos com temperaturas mais elevadas, têm sido registrados valores mais elevados de SS (BECKER *et al.*, 2020; COCCO, 2014). Em Pelotas/RS, Becker *et al.* (2020) verificaram valores médios de 7,6 para San Andreas e de 8,1 para Albion para colheita realizada em dezembro de 2018, com temperatura média de 22 °C e precipitação mensal de 100 mm, e de 5,2 para San Andreas e de 6,8 para Albion em colheita realizada em julho de 2019, com temperatura média em 12 °C e precipitação mensal em 179 mm.

Da mesma forma, Musa (2016) registrou em colheita realizada em dezembro, valores médios de 10,9 para o cultivar San Andreas, enquanto Cocco (2014) reportou valores superiores de SS na região de Scanzano, que apresenta temperaturas mais elevadas em relação a Verona e Cesena na Itália.

Os teores reduzidos de SS reportados em regiões de temperatura menores são atribuídos ao menor acúmulo de açúcar nos pseudofrutos. Além de temperaturas amenas, dias nublados e chuvosos durante a produção, ocasionam redução na fotossíntese fazendo com que a planta produza menos carbono líquido (açúcares), reduzindo o teor de SS nos frutos (FRANCO; ULIANA; MADRUGA LIMA, 2017).

Ao considerar que no presente trabalho a colheita foi realizada no final do inverno e início de primavera, caracterizada pela baixa radiação e energia solar (Figura 2), temperaturas amenas (média de 19 °C) e umidade relativa média do ar de 87%, as variações no atributo SS podem ser atribuídas tanto às características de cada genótipo quanto às condições meteorológicas no período de cultivo.

A relação SS/AT, além de indicar ponto de colheita ideal do morango, é um indicativo da qualidade organoléptica dos alimentos, representando melhor o sabor dos frutos do que medidas isoladas de açúcares e acidez (CEAGESP, 2016). De forma geral, quanto maior os valores da relação SS/AT, melhor o sabor. No entanto, a percepção do sabor não depende somente de um fator, e sim da forma como o sabor é percebido pelos receptores humanos, incluindo a aparência, cor, forma e textura, mas de forma geral, o doce está associado ao sabor mais agradável dos alimentos (MLCEK; ROP, 2011), decorrente dos maiores conteúdos de açúcares ou menores de ácidos.

Para morangos, os valores mínimos de SS/AT esperados são de 8,75 (CHITARRA; CHITARRA, 2005). No entanto, neste estudo, os valores ficaram abaixo do mínimo em todos os cultivares. Somente o cultivar Pircinque apresentou valores próximos, com relação SS/AT de 8,21, indicando ser o fruto de melhor sabor.

Os conteúdos de SS e a relação SS/AT podem variar com o manejo nutricional, irrigação, sistema de cultivo e condições ambientais. Para um mesmo cultivar, produzido na mesma região, colhido em uma mesma época para anos distintos, podem ocorrer variações nos atributos, dado que as condições meteorológicas como radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar do ar podem variar em cada ano produtivo (BECKER *et al.*, 2020; CEAGESP, 2016; COCCO, 2014; COSTA *et al.*, 2019; FRANCO; ULIANA; MADRUGA LIMA, 2017).

Costa *et al.* (2019), em cultivo sem solo recirculante, numa mesma região e período de colheita (novembro), reportaram variações anuais na relação SS/AT para os cultivares Albion e San Andreas, com valores médios de 8,99 no ano de 2015 e de 6,70 em 2016, respectivamente.

No presente trabalho, ao considerar que não houve influência do manejo nutricional (PAN) e que os valores de pH e AT entre cultivares não apresentaram diferença estatística, atribui-se que as diferenças observadas na relação SS/AT entre os cultivares esteja relacionada às variações no conteúdo de SS. Esse por sua vez, pode ter sido influenciado negativamente pelo período de colheita (temperaturas amenas e baixa radiação e energia solar). No entanto, é importante considerar que para um mesmo valor de SS/AT, o sabor percebido em frutos com menor SS e menor AT e frutos com maior SS e maior AT podem ser muito semelhantes (CEAGESP, 2016). Tal informação é justificada em diversos trabalhos com cultivares reconhecidos pela alta qualidade, como Pircinque e Jônica, quando reportam valores de SS/AT semelhantes ao do presente trabalho, considerados adequados ao consumo e destacados na bibliografia como atributo diferencial de qualidade.

3.2 Compostos fenólicos e atividade antioxidante

Os conteúdos de CFT não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) para nenhum dos fatores analisados (CULT e PAN), com valores médios para os tratamentos de 85,5 mg EAG 100 g⁻¹ de MF (Tabela 2). Os valores de CFT podem variar com a época de colheita, estando relacionados ao aumento ou redução da radiação. Segundo Atkinson *et al.* (2006), citado por Costa (2009), o aumento na incidência de radiação altera os teores de antocianina e CFT, podendo aumentá-los em até 40%.

No presente ensaio, as colheitas foram realizadas num curto espaço de tempo e assim como observado por outros autores (COSTA, 2009; ROCHA *et al.*, 2008), não foram observadas diferenças significativas entre os cultivares. Por sua vez, Musa *et al.* (2015) reportaram diferenças significativas entre os cultivares Camino Real (80,73 mg EAG 100 g⁻¹ de MF) em relação a Camarosa (86,97 mg EAG 100 g⁻¹ de MF) e San Andreas (86,48 mg EAG 100 g⁻¹ de MF), com valores semelhantes ao do presente trabalho.

O conteúdo de CFT em plantas está associada a fatores genéticos e condições ambientais, como luz, temperatura, umidade relativa do ar, fertilizantes e práticas de cultivo (BRAVO, 1998; COPETTI, 2010). Os CFT são metabólitos secundários que desempenham papel de proteção contra fatores abióticos (como elevada luminosidade, baixas temperaturas e deficiência de nutrientes) e bióticos (como infecção por patógenos e ataque de herbívoros), que podem levar ao aumento da produção de radicais livres e outras espécies oxidativas nas plantas (CHALKER-SCOTT; FUCHIGAMI, 2018, citados por BORGES; AMORIM, 2020).

Neste sentido, é possível que o cultivo em ambiente protegido em sistema semi-hidropônico, tenha possibilitado um maior “conforto vegetal” que associado à época de colheita (menor radiação e energia solar e, por conseguinte, temperaturas mais amenas) tenham uniformizado e reduzido as condições de estresse e a influência nos conteúdos de CFT dos cultivares.

Os conteúdos de CFT obtidos neste estudo estão dentro dos valores reportados para os cultivares de morangueiro, que variam de 12,87 a 247,04 mg EAG 100 g⁻¹ de MF (BORDIGNON JÚNIOR, 2008; COSTA, 2009). Esses valores demonstram que pseudofrutos de morangos são uma fonte potencial de CFT, considerados fitoquímicos de múltiplas funções, incluindo a atividade antioxidante (CHENSOM; OKUMURA; MISHIMA, 2019).

O conteúdo de vitamina C (Vit C) apontado na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011) é de 63,6 mg 100 g⁻¹ de MF para morangos frescos, valor inferior aos valores médios (49,39 mg 100 g⁻¹ de MF) apresentados neste trabalho. Vizzotto (2012) cita valores que variam de 39 a 89 mg 100 g⁻¹ de MF. Na Tabela de Conteúdo de Vitamina C nos Alimentos são reportados valores médios de 56,8 mg 152 g⁻¹ de MF de morango (SILVA; COZZOLINO, 2007). No presente estudo, os valores de Vit C observados variaram de 23 a 71 mg 100 g⁻¹ de MF, com destaque para Jônica e Albion com conteúdo médios de 60 e 58 mg 100 g⁻¹ de MF, respectivamente.

O tratamento com zinco aumentou os teores de Vit C para Pircinque, Jônica e Albion, reduzindo para San Andreas. Ao se desdobrar o tratamento dentro de cada nível de cultivar (analisar individualmente cada cultivar), observa-se que o tratamento com zinco aumentou os teores de Vit C em Pircinque, água e boro para Jônica, boro e zinco para Albion e San Andreas. Assim, o cultivar Jônica apresentou os maiores conteúdos de Vit C (média de 59,89 mg 100 g⁻¹ de MF) e a aplicação de zinco aumentou os conteúdos desta vitamina (média de 55,16 mg 100 g⁻¹ de MF) dos cultivares (Tabela 2).

Estudos realizados em outros frutos, como citros e manga, também têm indicado o aumento do teor de Vit C pela aplicação foliar de sulfato de zinco (ABOUTALEBI; HASSANZADEH, 2013; BHOWMICK *et al.*, 2012). Da mesma forma Chaturvedi *et al.* (2005) observaram aumento no teor de ácido ascórbico em pseudofrutos de morangueiro ao pulverizar sobre as plantas sulfato de zinco na concentração de 0,4%. Assim como se tem verificado o aumento do Vit C com a aplicação foliar de boro com cálcio (SINGH; SHARMA; TYAGI, 2007) e a redução quando o boro é aplicado de forma isolada em doses de 150 e 300 mg L⁻¹ (ABDOLLAHI; ESHGHI; TAFAZOLI, 2010).

Assim, ao considerar os resultados obtidos, de forma similar ao observado por outros autores, verifica-se que o conteúdo de Vit C varia com o cultivar (LEE; KADER, 2000; MUSA *et al.*, 2015; MUSA, 2016; SINGH; SHARMA; TYAGI, 2007; SILVA; COZZOLINO, 2007) e com os tratamentos aplicados (ABDOLLAHI *et al.*, 2010; CHATURVEDI *et al.*, 2005). No experimento, observamos que a dose de zinco utilizada (1,5 g de sulfato de zinco L⁻¹) aumentou o conteúdo de Vit C dos pseudofrutos e as doses de B (0,5 g de ácido bórico L⁻¹), podem aumentar ou não o conteúdo de Vit C (Tabela 2).

A vitamina C é importante na manutenção da saúde da pele, gengivas e vasos sanguíneos e na prevenção do escorbuto. Também melhora o sistema imunológico humano e apresenta grande capacidade de reagir com radicais livres, sendo considerado um agente altamente antioxidante (LEE; KADER, 2000). No entanto, a vitamina C necessita ser ingerida, tendo as frutas e hortaliças como suas principais fontes. A ingestão diária recomendada (IDR), estabelecida no Brasil para adultos, é de 45 mg (ANVISA, 2005) e, dessa forma, a ingestão diária de 100 g de morangos frescos supre totalmente a recomendação de IDR de vitamina C, indicando que são fontes importantes dessa vitamina na dieta humana.

O conteúdo de FVT foi maior para os cultivares de dias neutros, independente da aplicação dos tratamentos com água e nutrientes. Ao se desdobrar o tratamento dentro de cada nível de cultivar (analisar individualmente cada cultivar), observa-se que para os cultivares de dias curtos os tratamentos com zinco (Zn e B + Zn) aumentaram o teor de FVT, não sendo significativos para cultivares de dias neutros. Isso indica que o fator preponderante para as diferenças encontradas se encontra relacionado ao genótipo de cada cultivar.

Da mesma forma Viol (2017), ao estudar o conteúdo de FVT em três cultivares de morangueiro (Camino Real, Monterey e San Andreas), atribuiu ao genótipo as diferenças encontradas nos conteúdos de FVT.

As ATC representam a grande maioria dos FVT encontrados nas frutas vermelhas (MEYERS *et al.*, 2003). A análise geral dos dados revela que o cultivar Albion, independente dos tratamentos aplicados, apresentou os maiores valores de ATC (média de 47,72 mg 100 g⁻¹ de MF). Além disso, ao se desdobrar o tratamento dentro de cada nível de cultivar (analisar individualmente cada cultivar), verifica-se que estes não foram afetados pelos tratamentos com nutrientes (Tabela 2).

Existe uma grande variação no teor de ATC entre os diferentes cultivares comerciais (AABY *et al.*, 2012; CALVETE *et al.*, 2008; LAL *et al.*, 2013; MUSILOVÁ *et al.*, 2013). Silva, Vendruscolo e Toralles (2011), ao utilizar a mesma metodologia do presente trabalho, observaram em cultivares de dias curtos valores de ATC de 24,98 a 48,32 mg 100 g⁻¹ de MF. Esses valores são semelhantes ao do presente estudo, no qual os conteúdos de ATC foram de 26 a 51 mg 100 g⁻¹ de MF (média de 37,23 mg 100 g⁻¹ de MF), sendo os maiores e menores valores médios observados para os cultivares de dias neutros (média de 38,32 mg 100 g⁻¹ de MF) e curtos (média de 30,90 mg 100 g⁻¹ de MF), respectivamente.

Estudos apontam que maiores teores de ATC ocorrem sob menores densidades de plantio, o que expõe as frutas a maiores níveis de radiação solar (FRANCO; ULIANA; MADRUGA LIMA, 2017), e na região Sul do Brasil no mês de outubro, período em que as temperaturas são mais amenas (COSTA, 2009).

Além disso, existem indicativos que o metabolismo das ATC é regulado por múltiplos sinais hormonais, sendo reconhecido que a aplicação de reguladores de crescimento como o AIA (Ácido Indol Acético) tende a inibir a síntese de ATC e CFT (MORO, 2013). Por sua vez, Malavolta (2006) menciona que a deficiência de zinco reduz o nível de auxina (AIA), enquanto a deficiência de boro aumenta a concentração de auxinas e proporciona o acúmulo de CFT no tecido vegetal.

Assim, sob deficiência de zinco pode haver uma redução no nível de auxina, e um aumento no teor de ATC e redução dos CFT, enquanto para a deficiência de boro um aumento no nível de auxina e, por conseguinte, uma redução do teor de ATC e aumento dos CFT. Essas relações não se estabeleceram no presente trabalho, em que a aplicação de boro, zinco ou boro + zinco não aumentou, em geral, os teores de ATC e CFT, indicando que as doses aplicadas de nutrientes não interferiram nos conteúdos de ATC e CFT em morangos.

Ao considerar esses aspectos, os valores de ATC no presente estudo devem estar associados, principalmente, às características genotípicas dos cultivares. De forma secundária, os resultados de ATC podem estar associados à densidade de plantas utilizada no experimento, considerada a mais adequada para a região no sistema de cultivo semi-hidropônico (MENEZES JÚNIOR; VIEIRA NETO; RESENDE, 2018), mas inferior à empregada por outros autores (FRANCO; ULIANA; MADRUGA LIMA, 2017). Além disso, mesmo sendo um ano com baixa radiação e energia solar, os pseudofrutos foram colhidos em uma época em que podem ser esperados valores mais elevados de ATC no Sul do Brasil (COSTA, 2009).

Para a AAT, não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para os tratamentos com aplicação de água ou nutrientes, com valores médios de 89,5% de inibição do radical DPPH. No entanto, foram observadas diferenças entre os cultivares. Morangos dos cultivares Jônica, Albion e San Andreas apresentaram maiores valores de AAT, com média de 90,33%, enquanto o cultivar Pircinque os menores, com 86,9%.

A AAT pode variar significativamente e de forma ampla entre genótipos de morangueiro, e se encontra principalmente correlacionada ao CFT ou à vitamina C (MUSILOVÁ *et al.*, 2013; PINTO, 2008; ROUSSOS; DENAXA; DAMVAKARI, 2009; YILDIZ *et al.*, 2014). No entanto, no presente estudo, não houve diferenças significativas dos CFT entre os cultivares.

A AAT esteve principalmente correlacionada ao conteúdo de FVT. Os dados apresentados mostram que os flavonoides contribuem para a alta AAT, como pode ser observado no cultivar Pircinque, que apresentou os menores valores de FVT e a menor AAT, enquanto os demais cultivares apresentaram os maiores valores de FVT e AAT, resultando em significativa correlação positiva entre FVT e AAT ($r = 0,38$).

Assim como para FVT, observou-se uma correlação positiva entre a ATC e AAT ($r = 0,26$), uma vez que os cultivares que apresentaram os maiores conteúdos de ATC foram justamente aqueles com maiores valores de AAT.

Ao contrário do presente trabalho, Viol (2017) observou correlação negativa entre os conteúdos de FVT e AAT ($r = -0,35$), indicando que esses compostos não são diretamente responsáveis pela AAT dos frutos. Embora os FVT não tenham um efeito antioxidante isolado, eles podem reagir sinergicamente com outros compostos e contribuir com essa função. É importante mencionar que a correlação encontrada entre FVT e AAT discorda de Viol (2017) e confirma que existe relação positiva com o teor de FVT e a AAT, assim como de ATC, indicando que os FVT e as ATC podem ser os principais contribuidores na AAT em morangos.

Musilová *et al.* (2013) observaram, ao estudar sete cultivares de morangos, AAT de 78% a 95%, justificando que embora fatores ambientais, bem como práticas agrônômica e maturidade dos pseudofrutos influenciem neste atributo, o fator genético é mais importante do que as condições de cultivo na qualidade nutricional do morangueiro, corroborando a falta de significância da aplicação de água ou nutrientes e nas diferenças encontradas para os cultivares em relação a AAT.

TABELA 1.

Valores de pH (pH), sólidos solúveis totais (SS), acidez total titulável (AT), relação SS/AT (SS/AT), teor de compostos fenólicos totais (CFT) e atividade antioxidante total (AAT) para os cultivares (CV) e a pulverização de água ou nutrientes (PAN). Ituporanga, SC

Fatores	Variável					
CULT	pH	SS	AT (%)*	SS/AT	CFT (mg)**	AAT (%)***
Pircinque	3,85 a	8,18 a	1,00 ns	8,21 a	85,13 ns	86,92 b
Jônica	3,67 b	6,62 b	1,03	6,47 b	85,23	90,37 a
Albion	3,68 b	6,08 c	1,02	5,94 c	86,05	89,69 a
San Andreas	3,66 b	5,75 c	1,03	5,60 c	85,57	90,94 a
PAN						
Água	3,73 ns	6,69 ns	1,03 ns	6,49 ns	85,41 ns	89,51 ns
Boro	3,69	6,61	1,01	6,60	85,73	88,40
Zinco	3,73	6,59	1,02	6,69	85,15	89,48
Boro + Zinco	3,70	6,73	1,03	6,44	85,67	90,53
Média	3,71	6,66	1,02	6,56	85,49	89,48
CV (%)	3,02	7,91	6,01	8,25	2,98	2,74

Fonte: Elaborada pelos autores

Nota Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância. ns = não significativo. * % ácido cítrico; ** mg equivalente ácido gálico 100 g-1 de matéria fresca; *** % de inibição do Radical DPPH (radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil).

TABELA 2.
Interação dos tratamentos em relação ao cultivar (CULT) e pulverização com água ou nutrientes (PAN) para os conteúdos totais de vitamina C (Vit C), flavonoides (FVT) e antocianina (ATC). Ituporanga, SC

Tratamento	Vit C (mg 100 g ⁻¹ MF)*				
	Água	B	Zn	B + Zn	Média
Pircinque	38,92 c B	38,09 b B	60,57 a A	38,53 b B	44,03
Jônica	70,97 a A	65,59 a A	56,51 a B	46,50 a C	59,89
Albion	55,17 b B	65,50 a A	58,29 a AB	53,82 a B	58,20
San Andreas	23,02 d C	41,65 b A	45,28 b A	31,87 b B	35,46
Média	47,02	52,71	55,16	42,68	49,39
CV (%)	8,24				
	FVT (mg 100 g ⁻¹ MF)*				
	Água	B	Zn	B + Zn	Média
Pircinque	5,90 b B	6,01 b B	7,97 b A	7,07 b AB	6,74
Jônica	5,79 b B	7,00 b AB	7,40 b AB	7,91 b A	7,03
Albion	11,03 a NS	9,55 a	9,96 a	9,86 a	10,10
San Andreas	9,43 a NS	8,80 a	9,70 a	8,19 ab	9,03
Média	8,04	7,84	8,76	8,26	8,22
CV (%)	11,14				
	ATC (mg 100 g ⁻¹ MF)*				
	Água	B	Zn	B + Zn	Média
Pircinque	28,34 c NS	25,46 c	28,58 b	33,03 b	28,85
Jônica	39,97 b A	30,93 c B	27,24 b B	33,60 b AB	32,94
Albion	50,66 a NS	48,77 a	43,85 a	47,61 a	47,72
San Andreas	43,03 b NS	40,35 b	38,76 a	35,45 b	39,40
Média	40,50	36,38	34,61	37,42 b	37,23
CV (%)	10,66				

Fonte: Elaborada pelos autores

Nota: Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade; ns não significativo. * mg 100g⁻¹ de MF

4 CONCLUSÕES

A aplicação de água ou nutrientes não influencia o pH, SS, AT e relação SS/AT; contudo a aplicação de Zn aumenta Vit C dos cultivares.

O estudo mostrou que quanto maior o teor de FVT e ATC dos pseudofrutos, maior a AAT. Por sua vez, quanto maior o teor de SS, menor a AAT.

A variação encontrada nos teores de FVT, ATC e AAT, deve-se principalmente à genética de cada cultivar. Maiores AAT foram observados em ordem decrescente para San Andreas, Jônica, Albion e Pircinque. Pseudofrutos dos cultivares de dias curtos (Pircinque e Jônica) apresentam maior teor de SS e relação SS/AT em comparação aos cultivares de dias neutros (Albion e San Andreas).

Pseudofrutos de Jônica e Albion se destacam pelo alto conteúdo de Vit C, enquanto morangos do cultivar Pircinque por possuírem maior teor de SS e relação SS/AT são mais doces e saborosos.

AGRADECIMENTOS

A FAPESC, Epagri-EEITU e ao Instituto Federal Catarinense (IFC) *Campus* Rio do Sul.
Aos servidores da Epagri: técnico agrícola Marcelo Pitz e operário de campo Odair Justen.

REFERÊNCIAS

- AABY, K. *et al.* Phenolic compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits: Composition in 27 cultivars and changes during ripening. **Food Chemistry**, v. 132, n. 1, p. 86-97, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.037>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814611014877?via%3Dihub>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- ABDOLLAHI, M.; ESHGHI, S.; TAFAZOLI, E. Interaction of Paclobutrazol, Boron and Zinc on Vegetative Growth, Yield and Fruit Quality of Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch. Cv. Selva). **Journal Biological Environment Science**, v. 4, n. 11, p. 67-75, 2010. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20113212648>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- ABOUTALEBI, A.; HASSANZADEH, H. Effects of iron and zinc on sweet lime (*Citrus limmetta*) fruit quantity and quality in calcareous soils. **International Journal of Farming and Allied Sciences**, v. 2, n. 18, p. 675-677, 2013. Disponível em: <https://ijfas.com/2013-2-18/>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- AMARANTE, C. V. T. *et al.* Qualidade de goiaba-serrana em resposta a temperatura de armazenamento e ao tratamento com 1-metilciclopropeno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1683-1689, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008001200007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/nbVtgkBRpwGBXd8gfXdNzWS/?lang=pt>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Resolução RDC no 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2005.
- BECKER, T. B. *et al.* Qualidade de morangos em cultivo sem solo sob diferentes soluções nutritivas. **Scientia Rural**, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, CESCAGE, 22., jul./dez. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1130153/qualidade-de-morangos-em-cultivo-sem-solo-sob-diferentes-solucoes-nutritivas>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- BHOWMICK, N. *et al.* Response of pre-harvest foliar application of zinc and boron on mango cv. Amrapali under New Alluvial Zone of West Bengal. **Indian Journal of Horticulture**, v. 69, n. 3, p. 428-431, 2012. Disponível em: <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijh&volume=69&issue=3&article=024>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- BORDIGNON JÚNIOR, C. L. **Análise química de cultivares de morango em diferentes sistemas de cultivo e épocas de colheita**. 2008. 132p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2008. Disponível em: <http://tede.upf.br/jspui/handle/tede/470>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- BORGES, L. P.; AMORIM, V. A. Metabólitos secundários de plantas. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v. 11, n. 1, p. 54-67, 2020. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/agrotecnologia/article/view/9705>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, Lincoln, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643895800085?via%3Dihub>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, Malden, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1998.tb01670.x>. Disponível em: <https://academic.oup.com/nutritionreviews/article/56/11/317/1901722>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- CALVETE, E. O. *et al.* Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 396-401, jun. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590>

- /S0100-29452008000200022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/9kSyVP6mNTSB5jcmQPnJZH/C/?lang=pt#>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- CEAGESP. A medida da doçura das frutas. São Paulo: Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo/Centro de Qualidade, Pesquisa e Desenvolvimento, 2006. 17p. (Cartilha Técnica, n. 8). Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/MedidadoSaborBrix02022017.pdf>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- CECATTO, A. P. *et al.* Culture systems in the production and quality of strawberry cultivars. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 35, n. 4, p. 471-478, dez. 2013. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i4.16552>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/7Fsy4L5WyWyS9Wz7LLcMcp/?lang=en>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- CHATURVEDI, O. P. *et al.* Effect of zinc and iron on growth, yield and quality of strawberry cv. Chandler. **Acta Horticulturae**, v. 696, p. 237-240, 2005. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.696.41>. Disponível em: https://www.actahort.org/books/696/696_41.htm. Acesso em: 3 jan. 2023.
- CHENSOM, S.; OKUMURA, H.; MISHIMA, T. Primary screening of antioxidant activity, total polyphenol content, carotenoid content, and nutritional composition of 13 edible flowers from Japan. **Preventive Nutrition and Food Science**, v. 24, n. 2, p. 171-178, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3746/pnf.2019.24.2.171>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31328122/>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- COCCO, C. **Produção e qualidade de mudas e frutas de morangueiro no Brasil e na Itália**. 2014. 124p. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2014. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFPL_47b5d2a9ca8b02cb9c20c95a6a2cf25c. Acesso em: 3 jan. 2023.
- COPETTI, C. **Atividade antioxidante in vitro e compostos fenólicos em morangos (*Fragaria x ananassa* Duch): influência da cultivar, sistema de cultivo e período de colheita**. 2010. 88p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/93724>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- COSTA, R. C. **Teores de clorofila, produção e qualidade de frutos de morangueiro sob telas de sombreamento em ambiente protegido**. 2009. 126p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009. Disponível em: <http://tede.upf.br/jspui/handle/tede/484>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- COSTA, S. I. *et al.* Parâmetros qualitativos de morangueiros de dias neutros produzidos em cultivo sem solo. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 6, p. 481-489, 2019. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v27i6.952>. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/952>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- FAGHERAZZI, A. F. **Adaptabilidade de novas cultivares e seleções de morangueiro para o Planalto Sul Catarinense**. 2017. Tese (Doutorado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC, Lages, 2017.
- FRANCO, E. O.; ULIANA, C.; MADRUGA LIMA, C. S. Características físicas e químicas de morango ‘San Andreas’ submetido a diferentes posicionamentos de slab, densidades de plantio e meses de avaliação. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, México, v. 18, n. 2, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/revista.oa?id=813&numero=53563>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- GONÇALVES, M. A. *et al.* **Produção de morango fora do solo**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. 32 p. (Documentos, n. 410).
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Ed. Digital, 2008. 1020p.
- LAL, S. *et al.* Variability of health and bioactive compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivars grown under an Indian temperate ecosystem. **Fruits**, v. 68, n. 5, p. 423-434, 2013. <https://doi.org/10.1051/fruits/2013086>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/fruits/article/abs/variability-of-health-and-bioactive-compounds-in-strawberry-fragaria-x-ananassa-duch-cultivars-grown-under-an-indian-temperate-ecosystem/A88117A448CAECEA0820573599893F8E#>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**,

- Davis, v. 45, n. 4, p. 1390-1393, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf960282f>. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf960282f>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factor influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biological Technology**, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00133-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00133-2). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521400001332?via%3Dihub>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of pigment analysis in cranberries. **HortScience**, Alexandria, v. 7, n. 1, p. 83-84, 1972.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; VIEIRA NETO, J; RESENDE, R. S. Produção de cultivares de morangueiro em sistema semihidropônico sob diferentes substratos e densidades populacionais. **Revista Thema**, v. 15, n. 1, p. 79-92, 2018. DOI: <https://doi.org/10.15536/thema.15.2018.79-92.798>. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/798>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- MEYERS, K. J. *et al.* Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, p. 6887-6892, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf034506n>. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf034506n>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- MILARDOVIC, S.; IVEKOVIC, D.; GRABARIC, B. S. A novel amperometric method for antioxidant activity determination using DPPH free radical. **Bioelectrochemistry**, Paris, v. 68, n. 2, p. 175-180, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bioelechem.2005.06.005>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1567539405000939?via%3Dihub>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- MLCEK, J.; ROP, O. Fresh edible flowers of ornamental plants – A new source of nutraceutical foods. **Trends in Foods Science & Technology**, v. 22, n. 10, p. 561-569, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.04.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224411000847?via%3Dihub>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- MORO, L. **Regulação hormonal da biossíntese de antocianinas em framboesas (*Rubus idaeus*) no período pós-colheita**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, USP, 2013. DOI: <https://doi.org/10.11606/D.9.2013.tde-15012014-162530>. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-15012014-162530/pt-br.php>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- MUSA, C. *et al.* Avaliação do teor de vitamina C em morangos de diferentes cultivares em sistemas de cultivo distintos no município de Bom Princípio/RS. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 2, p. 368-373, maio/ago. 2015. DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X16810>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/cienciaenatura/article/view/16810>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- MUSA, C. **Caracterização físico-química de morangos de diferentes cultivares em sistemas de cultivo distintos no município de Bom Princípio/RS**. 2016. Tese (Doutorado) – Universidade do Vale do Taquari, Univates, Lajeado, SC, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/1594>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- MUSILOVÁ, J. *et al.* Cultivar as one of the factors affecting the anthocyanin content and antioxidant activity in strawberry fruits. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v. 2, Special issue 1, p. 1765-1775, 2013. Disponível em: <https://office2.jmbfs.org/index.php/JMBFS/article/view/7271>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- PÁDUA, J. G. *et al.* Comportamento de cultivares de morangueiro em Maria da Fé e Inconfidentes, sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 7, n. 2, p. 69-79, jun. 2015. DOI: <https://doi.org/10.18406/2316-1817v7n22015543>. Disponível em: <https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/543>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- PINTO, M. S. **Compostos bioativos de cultivares brasileiras de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.): caracterização e estudo da biodisponibilidade dos derivados de ácido elágico**. 2008. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, USP, São Paulo, 2008. DOI: <https://doi.org/10.11606/t.9.2008.tde-13012009-130211>. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-13012009-130211/pt-br.php>. Acesso em: 3 jan. 2023.

- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2017. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- ROCHA, D. A. *et al.* Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1124-1128, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000400046>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/DxWC3Jw4zZMK7M7YJrX5kqp/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- ROUSSOS, P. A.; DENAXA, N. K.; DAMVAKARIS, T. Strawberry fruit quality attributes after application of plant growth stimulating compounds. **Scientia Horticulturae**, v. 119, n. 2, p. 138-146, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.07.021>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423808003014>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- SCHERER, E. E. *et al.* Produção agroecológica de morango no Oeste Catarinense. **Agropecuária Catarinense**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 20-24, 2003. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1215>. Acesso em: 17 set. 2021.
- SHIV, L. A. L. *et al.* Variability of health and bioactive compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivars grown under an Indian temperate ecosystem. **Fruits**, v. 68, n. 5, p. 423-434, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1051/fruits/2013086>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/fruits/article/abs/variability-of-health-and-bioactive-compounds-in-strawberry-fragaria-x-ananassa-duch-cultivars-grown-under-an-indian-temperate-ecosystem/A88117A448CAECEA0820573599893F8E>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- SILVA, R. S.; VENDRUSCOLO, J. L.; TORALLES, R. P. Avaliação da capacidade antioxidante em frutas produzidas na região sul do RS. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 17, n. 3-4, p. 392-400, jul./set. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/2073>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- SILVA, V. L.; COZZOLINO, S. M. F. Vitamina C (Ácido Ascórbico). In: COZZOLINO, S. M. F. (org.). **Biodisponibilidade de nutrientes**. 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2007. p. 305-324.
- SINGH, R.; SHARMA, R. R.; TYAGI, S. K. Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Scientia Horticulturae**, v. 112, n. 2, p. 215-220, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.12.019>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423806005048?via%3Dihub>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- SKROVANKOVA, S. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, n. 10, p. 24673-24706, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms161024673>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26501271/>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- SOUZA, A. G.; FASSINA, A. C.; SARAIVA, F. R. S. Compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas nativas do Brasil. **Agrotropica**, v. 30, n. 1, p. 73-78, 2018.
- STROHECKER, R.; ZARAGOZA, F. M.; HENNING, H. M. **Análises de vitaminas: métodos comprovados**. Madrid: Paz Montolvo, 1967. 428p.
- SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 10, n. 1, p. 63-68, 1959. DOI: <http://doi.org/10.1002/jsfa.2740100110>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.2740100110>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Campinas: NEPA/UNICAMP, 2011.
- TREJO-TÉLLEZ, L. I.; GÓMEZ-MERINO, F. C. Nutrient management in strawberry: effects on yield, quality and plant health. In: MALONE, N. (ed.) **Strawberries: Cultivation, Antioxidant Properties and Health Benefits**. Nova Science Publisher Inc., 2014. p. 239-267.
- VIOL, R. E. **Comportamento de cultivares de morangueiro em região de altitude**. 2017. 73p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de São João, UFSJ, Sete Lagoas, 2017.
- VIZZOTTO, M. Propriedades funcionais das pequenas frutas. In: **Pequenas frutas: tecnologias de produção. Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 268, p. 84-88, maio/jun. 2012. Disponível em: <https://www.embrapa>.

br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/939258/propriedades-funcionais-das-pequenas-frutas. Acesso em: 3 jan. 2023.

YILDIZ, H. *et al.* Bioactive content and antioxidant characteristics of wild (*Fragaria vesca* L.) and cultivated strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) fruits from Turkey. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 87, p. 274-278, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2014.087.038>. Disponível em: <https://ojs.openar.de/index.php/JABFQ/article/view/3114>. Acesso em: 3 jan. 2023.

INFORMACIÓN ADICIONAL

COMO CITAR (ABNT): MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; SOUZA, A. G.; SARAIVA, F. R. S. Qualidade dos frutos de cultivares de morangueiro submetidos a pulverização com nutrientes em sistema semi-hidropônico. *Vértices (Campos dos Goitacazes)*, v. 25, n. 1, e25116681, 2023. DOI: <https://doi.org/10.19180/1809-2667.v25n12023.16681>. Disponível em: <https://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/16681>.

COMO CITAR (APA): Menezes Júnior, F. O. G., Souza, A. G., & Saraiva, F. R. S. (2023). Qualidade dos frutos de cultivares de morangueiro submetidos a pulverização com nutrientes em sistema semi-hidropônico. *Vértices (Campos dos Goitacazes)*, 25(1), e25116681. <https://doi.org/10.19180/1809-2667.v25n12023.16681>.