

PROPRIEDADES BIOATIVAS DE GENÓTIPOS SELECIONADOS DE MORANGOS CULTIVADOS EM SISTEMA SEMI-HIROPÔNICO RECIRCULANTE

Francisco Olmar Gervini de Menezes Júnior¹, Alexandra Goede de Souza², Fátima Rosangela de Souza Saraiva², Victória Manoela Bichels Esser³, Laura Souza Santos⁴, Juliano Tadeu Vilela Resende⁴

RESUMO:

As características físico-químicas em frutos de morango são influenciadas por diversos fatores, entre eles, os genéticos e os sistemas de produção. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi quantificar as variáveis físico-químicas e atividade antioxidante em 12 genótipos de morangueiro produzidos em sistema semi-hidropônico recirculante. Foram avaliados nos pseudofrutos de cada genótipo o conteúdo de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT, pH, vitamina C, antocianinas, flavonóides, fenóis (compostos fenólicos totais - CFT) e atividade antioxidante total (AAT). Os resultados mostraram que os morangos do genótipo Jonica tem maior relação entre SST/ATT (33,21), indicando melhor sabor, atribuído aos valores superiores de SST (7,97° Brix). O genótipo RVFS06CR105 apresentou maior conteúdo de antocianina, com 16,63 mg 100 g⁻¹ de MF (massa fresca), enquanto “San Andreas”, os menores, com 7,94 mg 100 g⁻¹ de MF. Já para o conteúdo de flavonóides, os maiores valores foram observados nos genótipos Camarosa (11,06 mg 100 g⁻¹ de MF) e Camiño Real (9,25 mg 100 g⁻¹ de MF) e os menores em “RVFS07M05” (7,00 mg 100 g⁻¹ de MF), Ceres (7,31 mg 100 g⁻¹ de MF), “Pircinque” (7,94 mg 100g⁻¹ de MF) e “San Andreas” (7,99 mg 100 g⁻¹ de MF). Os genótipos RVFS06CR105 (185,66 mg EAG g⁻¹ de MF), Camarosa (176,32 mg EAG g⁻¹ de MF), Monterey (168,07 mg EAG g⁻¹ de MF), San Andreas (164,15 mg EAG g⁻¹ de MF) e Gaia (154,74 mg EAG g⁻¹ de MF) apresentaram os maiores conteúdos de CFT em relação aos demais. O conteúdo de Vitamina C e AAT não diferiram entre os genótipos, com valores médios de 106,12 mg 100 g⁻¹ de MF e 91,81%, respectivamente. Os genótipos Jonica, Pircinque, Gaia e RVS06CR105 se destacam por possuir maior equilíbrio SS/AT. “Gaia” e RVS06CR105 são híbridos experimentais com características nutraceuticas e de coloração de fruto que os qualificam para serem lançados como genótipos comerciais.

Palavras-chave: Antioxidantes; *Fragaria × ananassa* Duch; Produção racional; Pós-colheita.

BIOACTIVE PROPERTIES IN SELECTED STRAWBERRY GENOTYPES CULTIVATED IN A RECIRCULATING SEMI-HYROPONIC SYSTEM

ABSTRACT:

The physicochemical characteristics of strawberries are influenced by a number of factors, including genetic make up and the production system employed. The objective of this study was to quantify the physicochemical variables and antioxidant activity of 12 strawberry genotypes produced in a recirculating semi-hydroponic system. The total soluble solids (TSS), total titratable acidity (TTA), TSS/TTA ratio, pH, vitamin C, anthocyanins, flavonoids, phenols (total phenolic compounds—TPC), and total antioxidant activity (TAA) were evaluated in the pseudofruits of each genotype. The results demonstrated that the strawberries of the Jonica genotype exhibited a higher TSS/TTA ratio (33.21), indicating a superior gustatory quality, which can be attributed to the elevated TSS values (7.97° Brix). The RVFS06CR105

¹Doutor. Epagri- Estação Experimental de Urussanga-SC; franciscomenezes@epagri.sc.gov.br; <https://orcid.org/0000-0001-9885-4060>. ²Doutora. IFC- Campus Rio do Sul-SC; alexandra.souza@ifc.edu.br; <https://orcid.org/0000-0002-0572-0205>. fatima.saraiva@ifc.edu.br; <https://orcid.org/0000-0001-6466-7988>. ³Discente. IFC- Campus Rio do Sul-SC; victoriaesser29@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0002-9219-2064>. ⁴Doutor(a). UEL-PR; laura.souza.santos@uel.br; <https://orcid.org/0000-0003-0101-8379>. jvresende@uel.br; <https://orcid.org/0000-0001-5226-7813>.

genotype exhibited the highest anthocyanin content, with a concentration of 16.63 mg 100 g⁻¹ of FM (fresh mass), while the "San Andreas" genotype demonstrated the lowest anthocyanin content, with a concentration of 7.94 mg 100 g⁻¹ of MF. With regard to flavonoid content, the highest values were observed in the Camarosa (11.06 mg 100 g⁻¹ FM) and Camiño Real (9.25 mg 100 g⁻¹ MF) genotypes, while the lowest was observed in the "RVFS07M05" genotype (7. The lowest flavonoid content was observed in the "RVFS07M05" genotype (7.00 mg 100 g⁻¹ FM), followed by Ceres (7.31 mg 100 g⁻¹ FM), Pircinque (7.94 mg 100 g⁻¹ FM), and San Andreas (7.99 mg 100 g⁻¹ FM). The genotypes RVFS06CR105 (185.66 mg EAG g⁻¹ FM), Camarosa (176.32 mg EAG g⁻¹ FM), and Monterey (168.07 mg EAG g⁻¹ FM) exhibited the highest levels of this parameter. The genotypes San Andreas (164.15 mg EAG g⁻¹ FM) and Gaia (154.74 mg EAG g⁻¹ FM) exhibited the highest CFT contents, in comparison to the other genotypes. The vitamin C and AAT content did not differ significantly between the genotypes, with average values of 106.12 mg 100 g⁻¹ MF and 91.81%, respectively. The genotypes Jonica, Pircinque, Gaia, and RVS06CR105 exhibited the highest SS/AT balance. Gaia and RVS06CR105 are experimental hybrids with nutraceutical and fruit color characteristics that warrant their commercialization.

Keywords: Antioxidants; *Fragaria × ananassa* Duch.; Rational production; Post-harvest.

INTRODUÇÃO

A produção mundial de morangos em 2021 foi de 9.175.384 toneladas, em área de 389.665 hectares (FAO, 2022). Dentre os pequenos frutos, o morango é considerado o de maior importância, especialmente, pelo grande consumo *in natura* e na indústria.

Cultivado, normalmente, em pequenas áreas, o morangueiro se enquadra em sistemas de produção familiar, gerando renda e empregos no campo. A cultura apresenta alta rentabilidade, porém, com custo de produção elevado. Aquisição de mudas comerciais, principalmente importadas, constitui no principal componente desses custos, inviabilizando a expansão da área de cultivo. Uma alternativa seria a produção local dessas mudas, que além de diminuir os custos, permite maior estabilidade e adaptabilidade de produção (Menezes Júnior & Silva, 2023).

O morango é um pseudofruto de coloração intensa, sabor doce e elevado valor nutricional e funcional, rico em minerais, vitaminas A, C e do complexo B, compostos fenólicos e antioxidantes (Skrovankova et al., 2015), porém altamente influenciado pelo ambiente (Resende et al., 2020; Moreira et al., 2022). Quando consumidos com regularidade, auxiliam na prevenção de inúmeras doenças cardiovasculares, além de ação antitumoral, diurética, adstringente e antiinflamatórias (Šamec et al., 2016; Skrovankova et al., 2015).

O pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável, relação sólidos solúveis totais/acidez titulável, vitamina C, antocianinas, compostos fenólicos totais, flavonóides e atividade antioxidante são atributos de extrema importância que indicam a qualidade dos frutos do morangueiro. O pH está relacionado ao sabor e a aptidão dos frutos ao uso pela agroindústria (Conti et al., 2002). O teor de sólidos solúveis totais indica, em especial, a quantidade de açúcares presente nos frutos. Esse parâmetro ao ser relacionado à acidez titulável sugere o equilíbrio entre a “doçura” e a acidez dos frutos (Lee & Kader, 2000; Mlcek & Rop, 2011; Cecchi, 2003). O teor de vitamina C, as antocianinas (que representam a grande maioria dos flavonóides presentes nas frutas vermelhas), bem como a atividade antioxidante (atribuída em grande parte à presença de compostos fenólicos), são atributos de qualidade de interesse a saúde humana (Souza et al., 2021; Amarante et al., 2017; Meyers et al., 2003).

Os programas de melhoramento têm desenvolvido novas cultivares que precisam ser testadas quanto à estabilidade e adaptabilidade em diferentes sistemas de cultivo nas regiões produtoras. Essas avaliações, além de abranger aspectos agrônômicos, fitossanitários e nutricionais, devem focar também nos aspectos de qualidade físico-química dos frutos, pensando no valor nutricional e aceitação pelo consumidor.

Dentre as diversas formas de cultivo, o semi-hidropônico apresentou maior retorno econômico da atividade em pequenas áreas, melhores condições ergonômicas no trabalho, redução da aplicação de pesticidas agrícolas, resultando na produção de alimentos mais seguros e sustentáveis aos consumidores (Menezes Júnior et al., 2023). Este sistema permite ajustar o fornecimento de água e nutrientes, conforme as necessidades da planta, reduzindo as perdas por excessos, principalmente em se tratando de sistema fechado, também conhecido como recirculante (Franco et al., 2017).

O cultivo no sistema de cultivo semi-hidropônico recirculante vem ao encontro das exigências dos consumidores que buscam alimentos de melhor valor nutricional e produzidos de forma mais racional com menor impacto ambiental. Dentre as práticas culturais importantes para garantir produtividade e pseudofrutos de qualidade superior, aliado a reduzido impacto ao meio ambiente está à identificação de genótipos com potencial de cultivo no sistema semi-hidropônico. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi quantificar as variáveis físico-químicas e atividade antioxidante em 12 genótipos de morangueiro produzidos em sistema semi-hidropônico recirculante.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano de 2022, em ambiente protegido, no sistema semi-hidropônico recirculante, na Epagri - Estação Experimental de Ituporanga, SC (latitude de 27°38'S, longitude de 49°60'W e altitude de 475 metros). Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cfa.

Os tratamentos foram compostos por doze genótipos, cujas características estão descritas na Tabela 1. O ambiente protegido utilizado foi o modelo em arco disposto no sentido 132°SE com dimensões de: 27,0 m de comprimento, 8,0 m de largura, pé-direito de 4,0 m, 5,5 m de altura, janela

zenital, calhas coletoras de água, antecâmara (4,5 x 4,0 m), estrutura metálica (aço galvanizado), cobertura de polietileno de baixa densidade com aditivo contra radiação ultravioleta e espessura de 150 µm e laterais móveis. O ambiente protegido foi

mantido aberto durante o período experimental e fechado apenas quando da ocorrência de chuva ou ventos fortes. Em seu interior foi instalada uma estação meteorológica de registro automático Davis VantagePro2®.

Tabela 1 – Genótipos comerciais e experimentais de morangueiro, reação ao fotoperíodo (dia neutro - DN e dia curto – DC), origem e genitores.

Genótipos	Tipo de genótipo	Reação ao fotoperíodo	Origem	Genitores
San Andreas	Comercial	DN	UC ¹	Albion x Cal 97.86-1
Albion	Comercial	DN	UC ¹	Diamante x Cal 94.16-01
Monterey	Comercial	DN	UC ¹	Albion x Cal 97.85-6
RVFS07M05	Experimental	DN	UEL ²	Monterey x RVFS06 (Festival X Sweet Charlie)
Gaia	Experimental	DN	UEL ²	Monterey x RVFS07 (Festival X Sweet Charlie)
RVFS07M154	Experimental	DN	UEL ²	Monterey x RVFS07 (Festival X Sweet Charlie)
Pircinque	Comercial	DC	IT ³	Ventana x Nora
Jonica	Comercial	DC	IT ³	Kilo [Rosalinda x Demetra (Irvine x Tudla)]
Camiño real	Comercial	DC	UC ¹	Ca 89.230-7 x Ca 90.253-3
Camarosa	Comercial	DC	UC ¹	Douglas x Cal 85.218-605
Ceres	Experimental	DC	UEL ²	Camiño real x RVCA 44 (Camarosa x Aromas)
RVFS06CR105	Experimental	DC	UEL ²	Camiño real x RVFS06 (Festival X Sweet Charlie)

¹Programa de melhoramento da Universidade da Califórnia, Davis, EUA; ²Programa de melhoramento da Universidade Estadual de Londrina, PR, Brasil; ³Programa de melhoramento do Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e L'Analisi dell'Economia Agraria – Unità do ricerca per la Fruticoltura, Itália.

No período de colheita dos frutos foram registradas a temperatura média do ar, a umidade relativa média do ar, a radiação solar e a energia solar (Figuras 1 e 2). O sistema foi composto por seis linhas de calhas plásticas grandes (Hidrogood®), indicadas para o cultivo do morangueiro, dispostas duas a duas sobre três bancadas em desnível de 1,5%. Cada linha foi formada por cinco calhas de cinco metros de comprimento, totalizando 20 metros. As calhas apresentavam perfurações circulares ligadas a um fundo falso para o recolhimento da solução nutritiva e sua recirculação. Na base das bancadas foi colocado tela antiafídeos para prevenir entupimentos, preenchidas com substrato Turfa Fertil® e cobertas com filme dupla face (branco/preto).

O sistema de fertirrigação foi formado por dois reservatórios interligados, um de 10.000 L, responsável por receber a água da chuva, e outro de 1.000 L onde foi preparada a solução nutritiva. O bombeamento da solução nutritiva foi realizado com auxílio de uma moto-bomba e linhas de distribuição de solução nutritiva formada por mangueiras flexíveis de ¾ de polegadas adaptadas a um conjunto de gotejadores tipo aranha com quatro saídas e estacas de forma que cada planta recebesse a solução nutritiva por meio de um gotejador. O sistema de retorno foi formado pelas calhas com fundo falso, emenda de calhas e por tampões nos quais foram ligados canos plásticos de 50 mm que retornava à solução nutritiva ao tanque por gravidade.

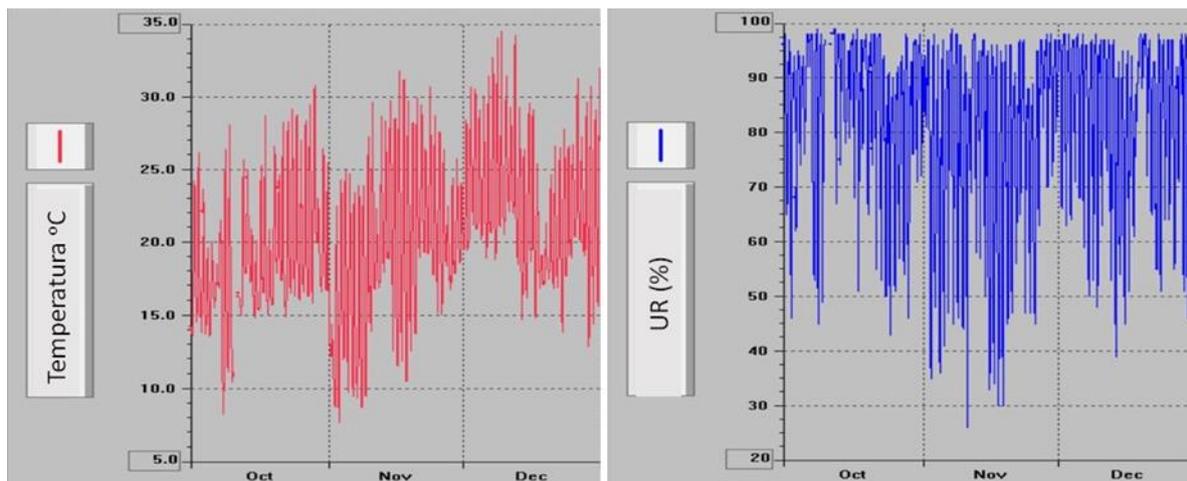


Figura 1. Dados de temperatura média (°C) e umidade relativa (%) do ar no interior do ambiente protegido, registrados pela estação automática Davis VantagePro2® no período de outubro a dezembro de 2022. Epagri – Ituporanga, SC.

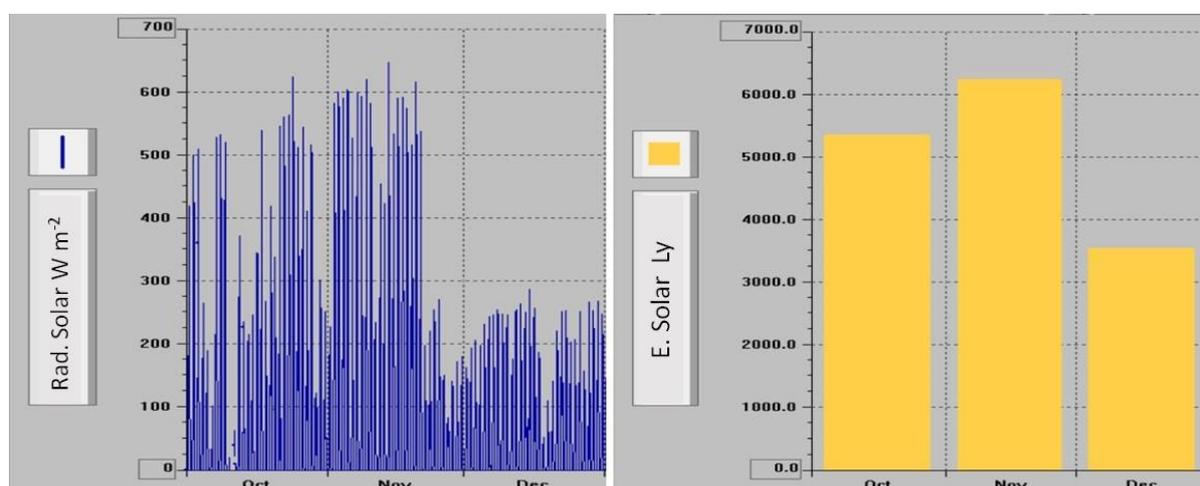


Figura 2. Dados de radiação solar (w m^{-2}) e energia solar (Ly) no interior do ambiente protegido, registrados pela estação automática Davis VantagePro2® no período de outubro a dezembro de 2022. Epagri – Ituporanga, SC.

As mudas dos genótipos de morangueiro foram transplantadas para as calhas no dia 23 de junho de 2022 com espaçamento de 20 cm entre plantas. Do plantio ao período de pegamento e estabelecimento das mudas, durante 14 dias, as plantas foram irrigadas apenas com água coletada da chuva. Após esse período, iniciou-se o fornecimento de solução nutritiva, por $2 \text{ min} \pm 1 \text{ min}$, diariamente das 9h às 9h02. Para permitir melhor desenvolvimento das mudas foram retiradas todas as flores que surgiram até que as plantas apresentassem em média cinco folhas definitivas.

Utilizaram-se as soluções nutritivas de macronutrientes indicadas por Furlani (2001) 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 de coleta dos frutos, o pH e a condutividade elétrica média do reservatório de solução nutritiva foram de 6,10 e $1,24 \text{ mS cm}^{-1}$, respectivamente.

Os frutos foram colhidos quando apresentavam mais de 80% da superfície vermelha. A colheita ocorreu de 03 de outubro de 2022 a 04 de novembro de 2022. Imediatamente após a colheita, os frutos foram acondicionados em caixas plásticas e transportados ao Laboratório de Pós-colheita do Instituto Federal Catarinense – Campus Rio do Sul.

Nos frutos foram avaliados os atributos de sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável total (AT), relação SST/AT, pH, conteúdos totais de flavonóides, antocianinas, fenóis (compostos fenólicos totais - CFT), vitamina C (Vit C) e atividade antioxidante total (AAT).

Os teores de AT foram obtidos por titulometria manual de 10 mL do suco das frutas diluídos em 90 mL de água destilada com hidróxido de sódio 0,1 N até pH 8,1 (Instituto Adolfo Lutz, 2008) e os resultados expressos em porcentagem (%) de ácido cítrico. Os teores de SST foram determinados em refratômetro digital, Hanna - HI96801® com compensação automática de temperatura, em suco extraído conforme descrito para AT. A relação entre SS/AT, conhecida como ratio, foi calculada pela divisão dos SS pela AT. O pH foi determinado com pHmêtro de bancada (modelo mPA210) em suco extraído diretamente dos frutos sem diluição (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

Para a determinação dos conteúdos de antocianina e flavonóides totais a polpa dos frutos foi homogeneizada com solução extratora (etanol 95%:HCl 1,5 N – 85:15, v/v) e estocados por 12 horas a 4°C. As amostras foram filtradas e a leitura realizada em espectrofotômetro no λ de 535 nm para antocianinas e 374 nm para flavonóides (Amarante et al., 2019). Os resultados foram expressos em mg 100 g⁻¹ de matéria fresca (MF), utilizando a equação 1.

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

A obtenção do extrato hidroalcoólico para a quantificação dos CFT e da AAT foi obtido conforme descrito por Amarante et al. (2019). Para extração hidroalcoólica foram utilizadas 10 g de polpa processada, macerados 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 CFT 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 absorvância no λ de 760 nm (Amarante et al., 2019). 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 no λ de 760 nm e os resultados expressos em equivalente de ácido gálico (EAG; mg EAG g⁻¹ MF), 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) (Lara-Cortés et al., 2014). Em ambiente escuro, utilizou-se 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, no λ de 515 nm, após 30 minutos. A taxa de inibição do radical DPPH foi calculada utilizando a equação 2.

$$\text{I\%} = \left(\frac{A_{\text{branco}} - A_{\text{amostra}}}{A_{\text{branco}}} \right) \times 100\% \quad (\text{Eq.2})$$

Onde: A_{branco} é a absorvância da reação controle (contém todos os reagentes, exceto a amostra testada) e A_{amostra} é a absorvância da amostra testada.

O conteúdo de vitamina C foi determinado pelo método espectrofotométrico, utilizando-se 2,4-dinitrofenilhidrazina (Amarante et al., 2019). Foi utilizado 1 g 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 MF.

Os tratamentos (genótipos) foram dispostos no delineamento de blocos casualizados, com 4 repetições. Cada parcela experimental foi composta por 10 plantas e uma amostra de 10 pseudofrutos. 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).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os pseudofrutos apresentaram diferenças nos teores de SST entre os genótipos, com valor médio

de 6,32°Brix. Os valores de SST foram superiores nos genótipos Pircinque e Jonica, sendo o menor valor observado para “Ceres” (Tabela 2). Estes valores são semelhantes aos 8,18°Brix, 6,62°Brix e 5,75°Brix reportados em morangos dos genótipos

Pircinque, Jonica e San Andreas, respectivamente (Menezes Júnior et al., 2023), produzidos em sistema semi-hidropônico aberto, indicando pseudofrutos de maior doçura, comparado aos demais genótipos avaliados.

Tabela 2 - Conteúdo de sólidos solúveis totais (SST; °Brix), acidez total titulável (AT; %), relação SS/AT e pH em diferentes genótipos de morango.

GENÓTIPOS	SST	AT	SST/AT	pH
San Andreas	6,10 bc	0,26 ab	23,46 b	3,38 ab
Albion	5,82 bc	0,24 ab	24,25 b	3,47 abc
Monterey	6,31 bc	0,25 ab	25,24 b	3,53 ab
Pircinque	8,25 a	0,27 ab	30,56 ab	3,50 abc
Jonica	7,97 a	0,24 ab	33,21 a	3,52 abc
Camiño real	5,95 bc	0,23 ab	25,87 ab	3,54 ab
RVFS07M05	6,07 bc	0,23 ab	26,39 ab	3,62 a
Gaia	5,62 bc	0,21 b	26,76 ab	3,51 abc
RVFS07M154	5,73 bc	0,22 ab	26,05 ab	3,54 ab
Camarosa	6,65 b	0,28 a	23,75 b	3,40 bc
Ceres	5,45 c	0,22 ab	24,77 ab	3,51 abc
RVFS06CR105	5,91 bc	0,22 ab	26,86 ab	3,47 abc
Média	6,32	0,24	26,43	3,50
CV (%)	6,85	11,77	12,34	1,71

Nota: Valores seguidos da mesma letra, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em estudo realizado com morangos do cultivar San Andreas, produzidos em sacos de cultivo preenchido por substrato em sistema semi-hidropônico de drenagem livre, foram reportados valores semelhantes aos obtidos neste estudo (6,10°Brix), variando de 6,50°Brix a 6,91°Brix, de acordo com o espaçamento entre as plantas (Franco et al., 2017). Em outro estudo comparando sistema de cultivo, o genótipo San Andreas apresentou valores de SST variando de 7,1 a 7,27°Brix no cultivo convencional e orgânico, respectivamente (Santos et al., 2020). Nascimento et al. (2023) e Lustosa et al. (2023) ao avaliarem os genótipos RVFS07M05 e Ceres em clima Cfb, obtiveram valores de sólido solúvel de 6,5 e 8,4°Brix, respectivamente. Valores próximos a esses também foram obtidos por Moreira et al. (2022), para os mesmos genótipos.

O teor de açúcares (SST) é altamente influenciado pelo genótipo, ambiente de cultivo, manejo da cultura e ponto de colheita (Akhatou Ruan et al., 2014; Camargo et al., 2018; Gündüz & Özdemir, 2014; Krüger et al., 2012; Mackenzie et al., 2011). Cabe salientar que os valores mais elevados de SST dos cultivares de procedência italiana,

podem estar relacionados a fatores genéticos, pois primeiramente foram testadas e selecionadas para o cultivo Cfb. Os genótipos americanos utilizados na pesquisa foram introduzidos primeiramente para testes em regiões de climas mais quentes, assim como os demais genótipos, provenientes da Universidade Estadual de Londrina, UEL, que foram selecionados em clima Cfa. Essas informações permitem fazer inferências sobre os resultados apresentados nessa pesquisa, no que tange a importância de se testar esses materiais em diferentes condições climáticas e de cultivo, para se obter informações mais seguras.

O valor médio de AT encontrado nos pseudofrutos de morango foi de 0,24%, sendo a menor acidez verificada no “Gaia” (0,21%) e a maior no “Camarosa” (0,28%) (Tabela 2). Os resultados de AT são semelhantes aos 0,25% reportados para o genótipo San Andreas cultivado sob cultivo orgânico no estado da Bahia (Santos et al., 2020). Os valores de AT para o morango geralmente apresentam variação entre 0,5 e 1,87 g de ácido cítrico/100 g de polpa, sendo recomendável que apresentem valor máximo de 0,8 para melhor aceitação pelo mercado consumidor (Chitarra &

Chitarra, 2005). A baixa acidez está associada a frutos mais saborosos (Chitarra & Chitarra, 2005), indicando que todos os genótipos deste estudo apresentaram potencial de aceitação pelo consumidor.

Os morangos apresentaram uma média geral de relação SST/AT de 26,43, com os valores mais elevados registrados para as cultivares “Jonica” (33,21), “Gaia” (26,76) e “RVFS07M05” (26,39), enquanto as cultivares “Monterey” (25,24), “Albion” (24,25), “San Andreas” (23,46) e “Camarosa” (23,75) apresentaram valores mais baixos (Tabela 2).

Para o genótipo RVFS07M05, os valores de SST/AT em cultivo sob clima Cfb foram reportados em 15,2 por Nascimento et al. (2023) e de 14,71 por Lustosa et al. (2023). Esses valores são inferiores aos observados para as cultivares italianas analisadas no presente estudo em clima Cfa. No entanto, semelhantes aos valores encontrados em outras regiões do país em climas Cfa e Cfb, observados por Pinheiro et al. (2021) e Camargo et al. (2022), respectivamente.

Apesar disso, em sistemas de cultivo convencional e orgânico, o genótipo RVFS07M05 apresentou valores próximos aos do presente trabalho, com SST/AT de 21,36 e 27,38, respectivamente (Santos et al., 2023).

Assim, a maior relação SST/AT da cultivar Jonica pode ser explicada principalmente por características genótípicas, sendo o fator ambiente de “menor” importância. Variações nos teores de SST e AT relacionam-se a mudanças nas características sensoriais dos alimentos (Barrett et al., 2010). A relação SST/AT é um indicativo do sabor mais agradável, e quanto maior os valores da relação, melhor o sabor percebido pelo consumidor. Portanto, os pseudofrutos dos genótipos Jonica, Gaia e RVFS07M05 têm características de melhor sabor em relação aos outros genótipos.

No entanto, a percepção do sabor depende de uma série de fatores, uma vez que ele é percebido pelos receptores humanos o que inclui a aparência, tamanho, coloração, forma e textura. Esta percepção ocorre pela união dos sentidos químicos (gosto e olfato) com as sensações táteis. As principais responsáveis são as papilas gustativas, presentes nos órgãos de entrada no sistema digestório (Strapasson et al., 2011). De forma geral, valores maiores da relação entre SST/AT estão associados ao sabor

mais agradável dos frutos (Mlcek & Rop, 2011), o que ocorre em razão dos maiores conteúdos de açúcares ou menores de ácidos, levando relações SST/AT superiores.

O pH diferiu entre os genótipos, variando de 3,62 (RVFS07M05) a 3,38 (San Andreas) com valores médios de 3,50 (Tabela 2). Foram reportados valores semelhantes aos deste estudo para os genótipos Pircinque, Albion, Jonica e San Andreas produzidos em sistema semi-hidropônico de drenagem livre (variando de 3,85 a 3,66) (Menezes Júnior et al., 2023). O pH é um dos fatores que determinam as taxas de deterioração do alimento, pois afeta o crescimento de microrganismos e atividade enzimática (Cecchi, 2003).

A acidez dos frutos, determinada pela medição do pH, é um atributo que influencia diretamente na percepção do sabor. Todos os genótipos apresentaram pH inferior a quatro, proporcionando maior sensação de acidez. De acordo com Conti et al. (2002), o pH também é um parâmetro importante para indicar a destinação final dos morangos, sendo que os pseudofrutos com pH menos ácidos são destinados para o consumo in natura enquanto mais ácidos para industrialização (Passos, 1982). De acordo com Perkins-Veazie (1995), o pH do morango é considerado ácido quando se encontra na faixa de 3,5 a 3,7. Considerando esse aspecto todos os genótipos do presente ensaio podem ser considerados ácidos e passíveis de uso na indústria.

Não houve diferença no conteúdo de vitamina C nos pseudofrutos de morango entre os genótipos, com valores médios de 106,12 mg 100 g⁻¹ de MF (Tabela 3). Estes valores são superiores aos 69,31 e 42,19 mg 100 g⁻¹ de MF para pseudofrutos do genótipo San Andreas quando cultivado em sistema convencional e orgânico, respectivamente (Musa et al., 2015) e aos 76,89 mg 100 g⁻¹ de MF sob cultivo orgânico e 56,52 mg 100 g⁻¹ de MF em cultivo convencional (Santos et al., 2020).

De acordo com a Taco (2021) (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos), a composição mínima de vitamina C em morangos é de 63,3 mg 100 g⁻¹ de MF, indicando que todos os genótipos apresentam valores superiores aos mínimos indicados. No entanto, essa característica é muito variável em função da condição climática, principalmente temperatura e intensidade luminosa (Chitarra & Chitarra, 2005).

Tabela 3 - Conteúdo de vitamina C (Vit C), antocianina, flavonóides (mg 100 g⁻¹ de MF), fenóis (CFT; mg EAG g⁻¹ de MF)* e atividade antioxidante (AAT; %) em diferentes genótipos de morango.

Genótipos	Vit C	Antocianina	Flavonóides	Fenóis	AAT
San Andreas	111,45 ^{ns}	7,94 d	7,99 c	164,15 abc	90,97 ^{ns}
Albion	77,48	9,31 cd	8,76, bc	149,47 bcd	94,19
Monterey	113,34	10,09 cd	8,99 bc	168,07 ab	94,60
Pircinque	88,53	8,93 cd	7,94 c	147,41 bcde	93,34
Jonica	99,23	10,22 cd	8,99 bc	133,55 cde	88,68
Camiño Real	104,87	11,11 bcd	9,25 abc	148,69 bcd	93,37
RVFS07M05	83,84	10,00 cd	7,00 c	121,54 de	86,45
Gaia	76,70	12,92 abc	9,17 bc	154,74 abcd	93,67
RVFS07M154	109,16	11,55 bcd	8,95 bc	146,36 bcde	91,38
Camarosa	116,80	14,41 ab	11,06 a	176,32 ab	93,83
Ceres	133,37	9,72 cd	7,31 c	114,76 e	86,72
RVFS06CR105	158,66	16,63 a	10,93 ab	185,66 a	94,41
Média	106,12	11,07	8,91	150,90	91,81
C.V. (%)	45,93	15,13	10,75	8,97	4,06

Nota: Valores seguidos da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *EAG g⁻¹ de MF: Equivalente Ácido Gálico por grama de massa fresca.

A vitamina C é importante na manutenção da saúde da pele e gengivas, do sistema imunológico e circulatório do corpo humano, na prevenção do escorbuto, além de importante ação antioxidante (Lee & Kader, 2000). Como esta não é produzida pelo organismo humano, necessita ser ingerida, sendo a ingestão diária recomendada (IDR) para adultos é de 45 mg (Brasil, 2005). Assim, tomando como base os valores médios, a ingestão diária de 42,4 g de morango, supre em 100% a recomendação de IDR de vitamina, indicando serem fontes importantes na dieta humana.

Os genótipos apresentaram conteúdos médios de flavonóides de 8,91 mg 100 g⁻¹ de (Tabela 3), com destaque para os genótipos Camarosa (11,06 mg 100 g⁻¹ de MF), RVFS06CR105 (10,93 mg 100 g⁻¹ de MF) e Camiño Real (9,25 mg 100 g⁻¹ de MF), que apresentaram os maiores valores, enquanto RVFS07M05 (7,00 mg 100 g⁻¹ de MF), Ceres (7,31 mg 100 g⁻¹ de MF), Pircinque (7,94 mg 100 g⁻¹ de MF) e San Andreas (7,99 mg 100 g⁻¹ de MF) os menores. Esses valores são semelhantes a frutos de espécies consideradas importantes na alimentação, tais como, maçã (12,1 mg 100 g⁻¹ de MF), tomate (3,3 mg 100 g⁻¹ de MF) e banana (8,7 mg 100 g⁻¹ de MF) (SAVI et al., 2017).

Não foi estabelecida uma recomendação de ingestão diária adequada, no entanto, os flavonóides apresentam ação antioxidante, anti-inflamatória, antitumoral, antialérgica, antiviral e proteção da pele dos efeitos da radiação ultravioleta (Tungmunnithum

et al., 2018). Entre as principais fontes de flavonóides estão as hortaliças, frutas e grãos (Skrajda, 2017) sendo, portanto, essencial considerar o morango como uma fonte importante de flavonóides na dieta humana.

As antocianinas representam a grande maioria dos flavonóides presentes nas frutas vermelhas (Meyers et al., 2003). Elas são responsáveis pela coloração vermelha dos frutos do morangueiro. Possuem a função de proteção à ação da luz, atuam nos mecanismos de defesa da planta, bem como apresentam atividades anticarcinogênica, antiangiogênica e antioxidante. As variações encontradas nos teores de antocianinas em frutos de morangueiro se devem ao genótipo e ao ambiente (Aaby et al., 2012; Calvete et al., 2008; Lal et al., 2013; Musilová et al., 2013) Estudos apontam que maiores teores de antocianinas ocorrem sob menores densidades de plantio, o que expõe as frutas a maiores níveis de radiação solar (Franco et al., 2017).

Houve diferenças no conteúdo de antocianina entre os genótipos, com valores médios de 11,07 mg 100 g⁻¹ de MF (Tabela 3). Os maiores valores foram observados no genótipo RVFS06CR105 (16,63 mg 100 g⁻¹ de MF) e Gaia (12,92 mg 100 g⁻¹ de MF) e os menores em San Andreas (7,94 mg 100g⁻¹ de MF). No presente trabalho, como as plantas estavam submetidas a mesma condição ambiental, espaçamento e luminosidade, as diferenças encontradas podem ser atribuídas ao fator genótipo.

Os pseudofrutos de morango apresentaram valores de fenóis (CFT) médios de 150,9 mg EAG g⁻¹ de MF (Tabela 3). Houve diferenças no CFT entre os genótipos. Os maiores valores de CFT foram observados para RVFS06CR105 (185,66 mg EAG g⁻¹ de MF), Camarosa (176,32 mg EAG g⁻¹ de MF), Monterey (168,07 mg EAG g⁻¹ de MF), San Andreas (164,15 mg EAG g⁻¹ de MF) e Gaia (154,74 mg EAG g⁻¹ de MF). Valores superiores foram reportados por Franco et al. (2017), variando de 207,98 a 219,15 mg EAG g⁻¹ de MF de acordo com o posicionamento do slab. Porém foram superiores aos apresentados por Menezes Junior et al. (2023) em morangos cultivados em sistema semi-hidropônico, com valores entre de 85,13 a 86,05 mg EAG g⁻¹ de MF para diferentes cultivares e aplicação de nutrientes. Os resultados também foram superiores aos valores encontrados por Nascimento et al. (2023) para os genótipos Gaia, RFVF07M154 e RVFS07M05.

Não houve diferença na AAT (método DPPH) entre os genótipos de morango, com valores médios de 91,81% (Tabela 3), ou seja, houve elevada atividade antioxidante, independente do genótipo. A AAT dos morangos foi semelhante os valores médios de 89,48% reportados para quatro cultivares de morango produzidos em sistema semi-hidropônico (Menezes Junior et al., 2023).

A atividade antioxidante é atribuída em grande parte à presença de compostos fenólicos. Muitos trabalhos mostram a relação positiva entre a capacidade antioxidante e os conteúdos de compostos fenólicos em tecidos vegetais (Souza et al., 2021; Amarante et al., 2017). A alta AAT dos genótipos de morangueiro no presente estudo (acima de 86%) indica que além de saborosos, os pseudofrutos de morangos apresentam propriedades nutraceuticas e bioativas que contribuem na prevenção de problemas decorrentes do estresse oxidativo das células.

Os resultados obtidos nesse trabalho, além de orientar para agregar valor nutricional à alimentação, podem impulsionar a produção e o consumo de morango e constituir uma alternativa no fomento à expansão da produção em sistema semi-hidropônico recirculante e diversificação de propriedades rurais. Para, além disso, estudos com potenciais cultivares e suas interações com modelos de cultivos como recirculante, podem trazer benefícios aos produtores, diminuindo os custos, melhorando a qualidade do produto e trazendo benefícios ao ambiente.

CONCLUSÃO

Em termos de qualidade organoléptica os genótipos Jonica, Pircinque, Gaia e RVS06CR105 se destacam por apresentarem as maiores relações SST/AT, com valores de 26,76 a 33,21 em relação à média dos tratamentos (26,43) e, portanto, maior equilíbrio entre a acidez e doçura.

Todos os genótipos testados mostram alto teor de Vit C (acima de 63,3 mg 100 g⁻¹ de MF), alta AAT (acima de 87%) e pH abaixo de 3,7. Isso significa que possuem qualidade nutraceutica e podem ser utilizados tanto para o consumo in natura quanto para a indústria de alimentos.

Os genótipos RVFS06CR105, Camarosa e Gaia possuem conteúdos elevados de antocianina e flavonóides com valores acima das médias dos tratamentos de 11,07 mg 100 g⁻¹ de MF para antocianina e de 8,91 mg 100 g⁻¹ de MF para flavonóides. Assim, os referidos genótipos, além de possuírem maior conteúdo de substâncias com valor terapêutico, por sua coloração vermelho mais intensa tendem a ser mais percebidos e aceitos pelo consumidor.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pelo financiamento do trabalho. Aos servidores da Epagri: técnico agrícola Marcelo Pitz, e operário de campo Odair Justen (*in memorium*).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aaby, K.; Mazur, S.; Nes, A.; Skrede, G. (2012). Phenolic compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits: Composition in 27 cultivars and changes during ripening. **Food Chemistry**, 132(1):86-97. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.037>.
- Akhatou, I; Fernández-Recamales, A. (2014). Nutritional and nutraceutical quality of strawberries in relation to harvest time and crop conditions. **Journal of agricultural and food chemistry**, 62 (25):5749-5760.
- Amarante, C.V.T. de; Souza, A.G. de; Benincá, T.D.T.; Steffens, C.A (2017). Phenolic content and antioxidant activity of fruit of Brazilian genotypes of

- feijoa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 52(12):1223-1230. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2017001200011>
- Amarante, C.V.T.; Souza, A.G. de; Benincá, T.D.T.; Steffens, C.A.; Ciota, M.N. (2019). Physicochemical attributes and functional properties of flowers of Brazilian feijoa genotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 54:1-5, Doi: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00445>
- Barrett, D. M.; Beaulieu, J. C.; Shewfelt, R. (2010). Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 50 (5):369-389. Doi: <https://doi.org/10.1080/10408391003626322>.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE (2005). Agência nacional de vigilância sanitária (ANVISA). Aprova o regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Resolução RDC no 269, de 22 de setembro de 2005. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo. Brasília.
- Calvete, E. O.; Mariani, F.; Wesp, C. de L.; Nienow, A. A.; Castilhos, T.; Cecchetti, D. (2008). Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Revista Brasileira De Fruticultura**, 30(2):396-401. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000200022>
- Camargo L. K. P.; Resende J. T. V.; Camargo C. K.; Kurchaidt S. M.; Resende, N. C. V.; Botelho, R. V. (2018). Post-harvest characterization of strawberry hybrids obtained from the crossing between commercial cultivars. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 40 (4):1-6. Doi: <https://doi.org/10.1590/0100-29452018821>
- Camargo, L. K. P., Pilati, L., Zchonski, F. L., DE Resende, J. T. V., & Da-Silva, P. R. (2022). Genetic diversity of Brazilian farmers-made strawberry genotypes and their relationship with commercial cultivars. **Genetic Resources and Crop Evolution**, 69(5):1879-1888.
- Cecchi, H. M. (2003). **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, p.19.
- Chitarra, M.I.F.; Chitarra, A.B. (2005). **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, p.785.
- Conti, J. H.; Minami, K.; Tavares, F. C. A. (2002). Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, 20(1):10-17.
- FAO (2022). **Food and Agriculture organization of the United Nation** <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Franco, E.O.; Uliana, C.; Lima, C.S.M. (2017). 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**, 18(2):114-121.
- Gündüz, K.; Özdemir, E. (2014). The effects of genotype and growing conditions on antioxidant capacity, phenolic compounds, organic acid and individual sugars of strawberry. **Food chemistry**, 155: 298-303.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. (2008). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4a ed. São Paulo, p.1020.
- Krüger, E.; Josuttis, M.; Nestby, R.; Toldam-Andersen, T. B.; Carlen, C.; Mezzetti, B. (2012). Influence of growing conditions at different latitudes of Europe on strawberry growth performance, yield and quality. **Journal of Berry Research**, 2(3):143-157.
- Lal, S.; Ahmed, N.; Singh, S.; Singh, D.; Sharma, O.; R., K. (2013). Variability of health and bioactive compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivars grown under an Indian temperate ecosystem. **Fruits**. 68. 423-434. DOI: 10.1051/fruits/2013086.
- Lee, S.K.; Kader, A.A. (2000). Preharvest and postharvest factor influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and**

- Technology**, Amsterdam, 20(3):207-220. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00133-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00133-2)
- Lustosa da Silva, I.F.; Shimizu, G. D.; Santos, E.L., Erpen-Dalla Corte, L., Zeist, A. R., Roberto, S. R.; Resende, J.T.V. (2023). Breeding Short-Day Strawberry Genotypes for Cultivation in Tropical and Subtropical Regions. **Horticulturae**, 9(6): 614.
- Mackenzie, S. J.; Chandler, C. K.; Hasing, T.; Whitaker, V. (2011). The role of temperature in the late-season decline in soluble solids content of strawberry fruit in a subtropical production system. **HortScience**, 46(11):1562-1566.
- Menezes Júnior F.O.G.; SILVA, P.F. (2023). **Cultivo do morangueiro em sistema semi-hidropônico**. 1ª ed., Florianópolis: Epagri, p.316.
- 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. **Revista Vértice**, 25(1):1-20.
- Mlcek, J.; Rop, O. (2011). Fresh edible flowers of ornamental plants: a new source of nutraceutical foods. **Trends in Foods Science & Technology**, 22(10):561-569. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.04.006>
- Moreira, A.F.P.; Resende, J.T.V.; Shimizu, G.D.; Hata, F.T.; Nascimento, D.; Oliveira, L.V.B.; Zanin, D.S.; Mariguele, K.H. (2022). Characterization of strawberry genotypes with low chilling requirement for cultivation in tropical regions. **Scientia Horticulturae**. 292:110629.
- Musa, C.I.; Webwe, B.; Gonzatti, H.C.; Biguelini, C.B.; Souza, C.F.V. de; Oliveira, E.C. (2015). 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**, 37(2):368-373.
- Musilová, J.; Trebichalský, P.; Timoracká, M.; Bystricka, J. (2013). Cultivar as one of the factors affecting the anthocyanin content and antioxidant activity in strawberry fruits. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, 2(1):1765-1775.
- Nascimento, D.; Gomes, G.; Oliveira, L.; Paula Gomes, G.; Ivamoto-Suzuki, S.; Ziest, A.; Mariguele, K.; Roberto, S.; Resende, J. (2023). Adaptability and Stability Analyses of Improved Strawberry Genotypes for Tropical Climate. **Horticulturae**, 9:643.
- NEPA/UNICAMP – Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação da Universidade Estadual de Campinas. (2011). **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. revisada e ampliada. Campinas, 161 p.
- Passos, F.A; Camargo, L.S. Morango. In: Furlani, A.M.C.; Viegas, G.P. (1982). **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo**. Campinas, Instituto Agrônomo, p. 411-432.
- Perkins-Veazie, P. **Growth and ripening of strawberry fruit**. (1995). Horticultura Reviews, West Port, Connecticut-AVI, 17:267-297.
- Pinheiro, D.; Resende, J.T.V.; Constantino, L.V.; Hata, F.T.; Hata, N.N.Y.; Lustosa, S.B.C. (2021). Physical, biochemical, and sensory properties of strawberries grown in high-altitude tropical climate. **Ciência e Agrotecnologia**, 45:e008221.
- Resende, J. V., Gabriel, A., Moreira, A. F. P., Gonçalves, L. S. A., Resende, N., Goes, C. D. M., Zanin, D. S. (2020). Aplicação de modelos mistos no estudo da adaptabilidade e estabilidade de cultivares de morangueiro de dia curto e dia neutro. **Research, Society and Development**, 9(5): e110953104-e110953104.
- Santos, A.N.; Coelho, B.E.S.; Galvão, L.C.; Torres, G.S.; Neto, A.F.; Santos, I.H. (2020). Caracterização física e físico-química de morangos San Andreas produzidos sob sistemas orgânico e convencional. **Revista Cultura Agrônoma**, 29(3):379-388.
- Savi, P.R.S.; Santos, L.; Gonçalves, A.M.; Biesek, S.; Lima, C.P. (2017). Análise de flavonóides totais presentes em algumas frutas e hortaliças convencionais e orgânicas mais consumidas na região Sul do Brasil. **Demetra: alimentação, nutrição e saúde**, 12 (1):275-287, Doi: <https://doi.org/10.12957/demetra.2017.22391>.
- Skrajda, M.N. Phenolic compounds and antioxidant activity of edible flowers. (2017). **Journal of**

- Education, Health and Sport**,7(8):946-956, Doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.995637> 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v27i3.2310>.
- Skrovankova, S.; Sumczynski, D.; Mlcek, J.; Jurikova, T.; Sochor, J. (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. **International Journal of Molecular Sciences**, 16:4673-24706. Doi: <https://doi.org/10.3390/ijms161024673>.
- Souza, A.G.; Fassina, A.C.; Saraiva, F.R.S. (2018). Compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas nativas do Brasil. **Revista Agrotropica**, 30(1):73-78.
- Souza, A.G.; Jung, E.A.; Benedicto, V.P.; Bosco, L.C. (2021). Bioactive compounds in gladiolus flowers. **Ornamental Horticulture**, 27(3):296-303,
- Strapasson, G.C.; Lopez, A. C. M.; Basso, T.; Santos, D.F.; Mulinari, R. A.; Wille, G.M. F. C.; Barreira, S.W. (2011). PERCEPÇÃO DE SABOR: UMA REVISÃO. **Visão Acadêmica**, 12(1):65-73. DOI: 10.5380/acd.v12i1.27247. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/27247> . Acesso em: 4 nov. 2024.
- Tungmunnithum, D.; Thongboonyou, A.; Pholboon, A.; Yangsabai, A.A. (2018). Flavonoids and Other Phenolic Compounds from medicinal plants for pharmaceutical and medical aspects: an overview. **Medicines**, 5(93):1-16, Doi: <https://doi.org/10.3390/medicines5030093>.