e-ISSN 1809-2667

ARTIGO ORIGINAL
DOI: 10.19180/1809-2667.v28n3.2026.23655

Submetido em: 11 mar. 2026 | Aceito em: 23 set. 2026 | Publicado em: 7 nov. 2026

# Condutividade elétrica da solução nutritiva e características químicas em frutos de genótipos de morango

## Electrical conductivity of the nutrient solution and chemical characteristics of strawberry genotype fruits

## Conductividad eléctrica de la solución nutritiva y características químicas en frutos de genotipos de fresa

Francisco Olmar Gervini de Menezes Júnior E-mail: franciscomenezes@epagri.sc.gov.br
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Rio do Sul/SC, Brasil
Alexandra Goede de Souza E-mail: alexandra.souza@ifc.edu.br
Instituto Federal Catarinense (IFC), Rio do Sul/SC, Brasil
Lisandra Camili Veronezi Nunes E-mail: lilicvnunes@gmail.com

**Resumo:** As características químicas dos frutos de morango são influenciadas por fatores genéticos e ambientais. O objetivo do trabalho foi avaliar as condutividades elétricas que maximizam a qualidade dos frutos de nacionais (Alpina 10, Bela e Randoce) e estrangeiros (San Andreas e Pircinque). Cinco genótipos de morangueiro foram submetidos a cinco condutividades elétricas (CE) 0,7, 1,0, 1,2, 1,4 e 2,0 mS $cm^{-1}$. Pircinque apresentou os maiores valores de sólidos solúveis e razão SS/AT, o que confere melhor sabor aos frutos, enquanto San Andreas exibiu sabor inferior atribuído a maior acidez titulável (AT) e menor razão SS/AT. Não houve diferenças para os conteúdos de flavonoides, antocianinas, vitamina C e atividade antioxidante (AAT). Os valores de compostos fenólicos (CF) foram superiores em Randoce e inferiores em Pircinque. A CE influenciou a qualidade dos frutos dos genótipos. Para San Andreas a melhor qualidade foi alcançada com a CE de 0,7 mS $cm^{-1}$, enquanto para as demais foi próximo a 2,0 mS $cm^{-1}$. Os conteúdos de CF e AAT apresentaram influência da CE, com incremento nos conteúdos com o aumento da CE. Pircinque, Bela e Alpina 10 apresentaram aumento da relação SS/AT com incremento da CE. Os resultados deste estudo indicam a necessidade do manejo nutricional diferenciado para cada genótipo com vistas à obtenção de frutos de maior qualidade.
**Palavras-chave:** *Fragaria* x *ananassa*; manejo nutricional; cultivares; qualidade de frutos; sistema semi-hidropônico.

**Abstract:** The chemical characteristics of strawberry fruits are influenced by genetic and environmental factors. The objective of the work was to evaluate the electrical conductivity that maximizes the quality of both national fruits (Alpina 10, Bela and Randoce) and foreign ones (San Andreas and Pircinque). Five strawberry genotypes were subjected to five electrical conductivities (EC) 0.7, 1.0, 1.2, 1.4 and 2.0 mS $cm^{-1}$. Pircinque presented the highest values of solute solids and the SS/AT ratio, which confers better flavor to the fruits, while San Andreas exhibited a lower flavor attributed to higher titular acidity (AT) and lower SS/AT ratio. There are no differences in the contents of flavonoids, anthocyanins, vitamin C and antioxidant activity (AAT). The values of phenolic composts (CF) are higher in Randoce and lower in Pircinque. CE influences the quality of two fruits and two genotypes. For San Andreas the best quality was achieved with a CE of 0.7 mS $cm^{-1}$, while for the rest it was close to 2.0 mS $cm^{-1}$. The contents of CF and AAT show the influence of CE, as the contents increase as the CE increases. Pircinque, Bela and Alpina 10 show an increase in the SS/AT ratio with an increase in CE. The results of this study indicate the need for differentiated nutritional management for each genotype with a view to obtaining fruits of higher quality.
**Keywords:** *Fragaria* x *ananass;* nutritional management; cultivars; fruit quality; semi-hydroponic system.

**Resumen:** Las características químicas de los frutos de la fresa están influenciadas por factores genéticos y ambientales. El objetivo del trabajo es contar con conductividades eléctricas que maximicen la calidad de los frutos nacionales (Alpina 10, Bela y Randoce) y extranjeros (San Andreas y Pircinque). Cinco genotipos del árbol de fresa fueron sometidos a cinco conductividades eléctricas (CE) 0,7, 1,0, 1,2, 1,4 e 2,0 mS $cm^{-1}$. Pircinque presenta los mayores valores de sólidos solubles y razón SS/AT, que confieren mejor sabor a los frutos, mientras que San Andreas exhibió sabor inferior atribuido a mayor acidez titulable (AT) y menor razón SS/AT. No hay diferencias entre los contenidos de flavonoides, antocianinas, vitamina C y actividad antioxidante (AAT). Los valores de compuestos fenólicos (CF) fueron superiores en Randoce e inferiores en Pircinque. A CE influenció la cualidad de los frutos de los genotipos. Para San Andreas, la mejor calidad fue alcanzada con un CE de 0,7 mS $cm^{-1}$, mientras que los demás para el próximo a 2,0 mS $cm^{-1}$. Los informes de CF y AAT presentan influencia de CE, con el incremento de los informes con el aumento de CE. Pircinque, Bela y Alpina 10 presentan el aumento de la relación SS/AT con el incremento de CE. Los resultados de este estudio indican la necesidad de un manejo nutricional diferenciado para cada genotipo con vistas a la obtención de frutos de mayor calidad.
**Palabras clave:** *Fragaria* x *ananassa;* manejo nutricional; cultivares; calidad de fruto; sistema semi hidropónico.

CC BY

## Introdução

O morango, entre os chamados pequenos frutos, é um dos mais cultivados no mundo todo (Canning [...], 2016). Com alta aceitabilidade no mercado *in natura* e industrializado, os frutos, além de doces, possuem elevado valor nutricional e funcional (Gaston *et al.*, 2020; Nunes; Novello, 2020; Skrovankova *et al.*, 2015).

Os frutos apresentam elevada atividade antioxidante, atribuída à presença de vitamina C e compostos fenólicos como flavonoides, em especial a antocianina, pigmento natural responsável pela coloração vermelha dos morangos. As antocianinas possuem propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, anticarcinogênica e fornecem proteção contra doenças circulatórias e diabetes (Nunes; Novello, 2020; Šamec *et al.*, 2016; Skrovankova *et al.*, 2015), sendo uma fonte importante para alimentação humana. Os frutos apresentam ainda aparência (formato e cor) e sabor (relacionado ao balanço entre açucares e ácidos orgânicos) que tornam o morango muito apreciado pelos consumidores de todas as idades. Os atributos de qualidade dos frutos estão diretamente relacionados à genética e ao manejo nutricional das plantas.

O morangueiro é uma espécie altamente sensível à salinidade e tanto níveis baixos quanto elevados de sais no meio de cultivo (solo ou substrato), afetam a qualidade dos frutos, o que implica atenção para evitar o excesso de fertilizantes (Menezes Júnior; Silva, 2023). Desta forma, manter a nutrição em níveis adequados é um desafio em sistemas de cultivo semi-hidropônicos devido a diversos fatores que interagem que incluem o substrato, a concentração e equilíbrio entre nutrientes, a frequência do fornecimento de solução nutritiva, o genótipo, entre outros.

Em cultivos semi-hidropônicos, a presença de sais fertilizantes tem sido indiretamente mensurada com auxílio de condutivímetros. A leitura nesses aparelhos relaciona a quantidade de sais fertilizantes adicionada ao meio à passagem da corrente elétrica. Portanto, quanto maior a leitura, maior a presença de sais na solução (Menezes Júnior; Silva, 2023).

Menezes Júnior, Reis e Costa (2025) reportaram que quanto maior a condutividade elétrica da solução nutritiva até determinado limite máximo, maior é a qualidade dos frutos produzidos em sistema semi-hidropônico. Da mesma forma, quanto menor for a condutividade elétrica da solução nutritiva até determinado limite mínimo, maior será a produção de frutos, no entanto, com frutos de menor firmeza de polpa e sabor.

Buscar o equilíbrio que maximize a produção e qualidade dos frutos é essencial ao produtor, pois a exigência do mercado consumidor brasileiro é cada vez maior. Não basta um fruto apresentar somente qualidade visual, necessita ser saboroso e com qualidades nutricionais superiores.

Para combinar produção e qualidade, as pesquisas até o momento disponíveis, indicam o uso de limites de condutividade elétrica de 0,8 e 1,4 mS $cm^{-1}$ na fase de produção dos frutos, e – a partir de 1,5mS $cm^{-1}$ – o morangueiro inicia a perda de rendimento (Lima, 2025; Menezes Júnior; Silva, 2023; Sanches Torres; Ligarreto Moreno; Leiva, 2011). No entanto, os diferentes genótipos apresentam demandas nutricionais diversas, sendo necessário realizar ajustes no manejo da condutividade elétrica da solução para cada material genético, não sendo raro que os produtores evitem ou deixem de utilizar genótipos nacionais por desconhecer o seu manejo. Isso é grave tendo em vista os grandes esforços recentes que têm sido feitos pelos programas de melhoramento nacionais na cultura do morangueiro, cujo objetivo é a redução da dependência de genótipos estrangeiros comumente importados do Chile, Argentina e Europa.

CC BY

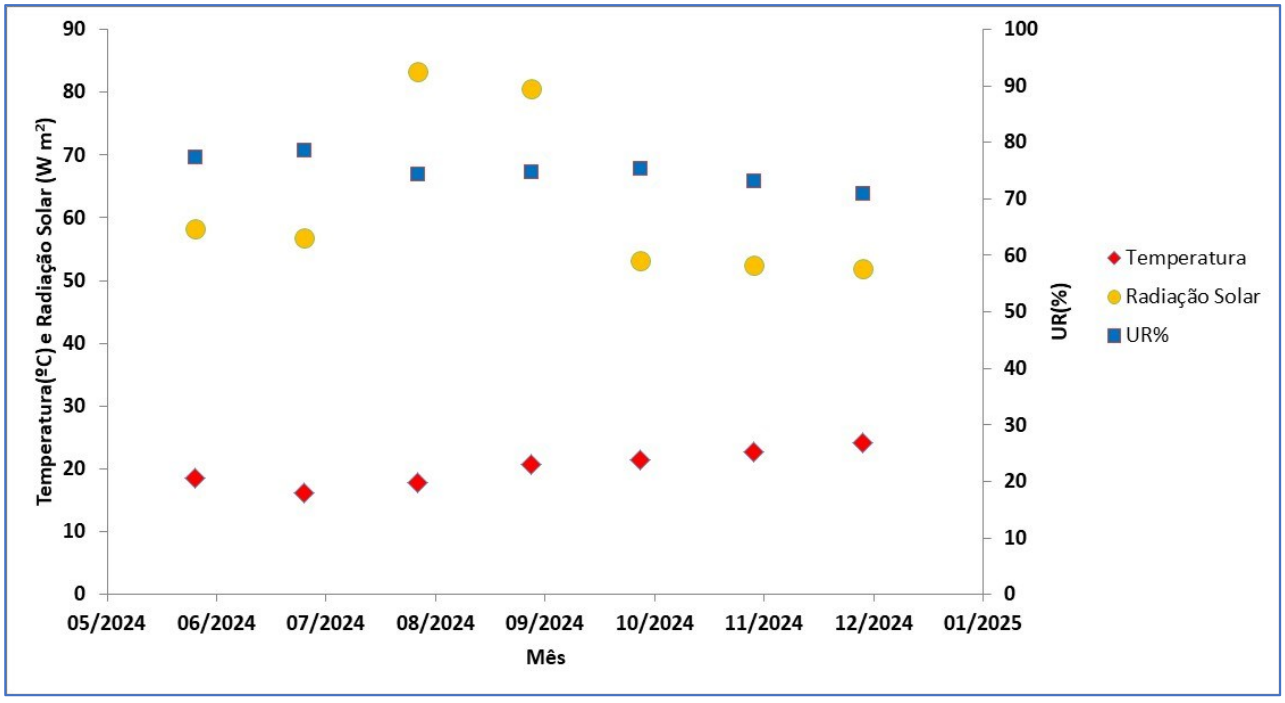
Ao considerar o exposto, o presente estudo teve por objetivo verificar as condutividades elétricas que maximizam a qualidade química de frutos de genótipos comerciais nacionais e estrangeiros de morangueiro.

## Metodologia

O experimento foi realizado de junho a dezembro de 2024 em ambiente protegido, no sistema de cultivo semi-hidropônico de drenagem livre, 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 Köeppen, o clima local é do tipo Cfa.

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 m. Com laterais móveis, o ambiente protegido foi mantido aberto durante praticamente todo o período experimental e fechado somente quando da incidência de chuva ou ventos fortes. Em seu interior, para o acompanhamento das variáveis micrometeorológicas, foi instalada uma estação meteorológica de registro automático Davis® (Figura 1).

Figura 1. Dados médios de temperatura (°C), radiação solar (W m-2) e umidade relativa do ar (UR%) no interior do ambiente protegido registrados pela estação automática Davis Vantage Pro2® no período experimental. Epagri – Ituporanga, SC




Fonte: Os autores (2025)

Utilizou-se o sistema de cultivo semi-hidropônico, com cinco bancadas (15,40 m x 0,70 m, espaçadas entre si em 0,80 m) construídas em nível sobre palanques de sustentação de madeira tratada a 0,70 m de altura média acima do solo. Sobre esses palanques foram fixadas travessas

verticais e transversais de madeira, que sustentaram recipientes (*slabs*) de 1,25 m x 0,30 m, preenchidos com substrato comercial Turfa Fértil®.

Foram estabelecidos cinco sistemas de fertirrigação de forma a atender cada bancada de forma individualizada. Cada sistema foi formado por um reservatório de 500 L de solução nutritiva tanque, moto-bomba, filtro de anéis, manômetro, sistema de distribuição composto por mangueiras de ¾ flexíveis. A essas foram instalados *boton*, *manifold* de quatro saídas, mangueira e gotejador tipo flecha de vazão de 2 L $h^{-1}$ inserido de forma a individualmente fornecer solução nutritiva a cada planta. Todos os sistemas foram comandados por um temporizador que diariamente aplicava solução nutritiva às oito horas de forma a manter o substrato úmido, mas não encharcado.

Os fatores em estudo foram cinco condutividades elétricas de uma solução nutritiva (0,7, 1,0, 1,2, 1,4 e 2,0 mS $cm^{-1}$) e cinco genótipos comerciais de morangueiro: três de dia neutro (San Andreas, Alpina 10 e Bela) e dois de dia curto (Pircinque e Randoce).

Utilizou-se a solução nutritiva de macronutrientes recomendada por Furlani e Fernandes (2004) modificada por Menezes Júnior, Souza e Saraiva (2023) para as fases vegetativa e produtiva. 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. O pH foi mantido, em todas as fases, em 6,0. Na fase vegetativa, a condutividade elétrica foi mantida em 0,8 mS $cm^{-1}$ e na fase de produção de frutos em 1,2 mS $cm^{-1}$. Para isto, foi realizado o acompanhamento, e quando necessário, a correção do pH e da condutividade elétrica do tanque da solução nutritiva.

As mudas dos genótipos de morangueiro foram transplantadas para as calhas no dia 05/04/2024 com espaçamento de 20 cm entre plantas. Durante 10 dias após o plantio as plantas foram irrigadas apenas com água coletada da chuva. Após esse período, iniciou-se o fornecimento da solução nutritiva de acordo com a CE desejada. Com o objetivo de permitir melhor desenvolvimento das mudas foram retiradas todas as flores que surgiram até que as plantas apresentassem em média cinco folhas definitivas.

A colheita de frutos, com mais de 80% da superfície vermelha, ocorreu de junho a dezembro de 2024. 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.

Foram avaliados nos frutos os atributos acidez titulável total (AT), sólidos solúveis totais (SS), relação entre SS/AT, pH, conteúdos totais de flavonoides, antocianinas, compostos fenólicos (CF), vitamina C (Vit C) e atividade antioxidante total (AAT).

Os teores de AT foram obtidos por titulometria de 10 mL do suco dos frutos 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 % de ácido cítrico. Os teores de SS foram determinados em refratômetro digital com compensação automática de 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 frutos (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

Para a determinação dos conteúdos de antocianina e flavonoides 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 535nm para antocianinas e 374 nm para flavonoides (Amarante *et al.*, 2008). Os resultados foram expressos em mg $100g^{-1}$ de matéria fresca (MF), utilizando a equação 1.

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

Para a obtenção do extrato hidroalcóolico, necessária para a quantificação dos CF e da AAT, foi utilizada a metodologia descrita por Amarante *et al.* (2008). Foram utilizadas 10 g de polpa processada, maceradas com solução de metanol 50% por uma hora para a extração hidroalcoólica. 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.

Para a quantificação dos CF, foi utilizado o método colorimétrico Folin-Ciocalteau, 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 (Amarante *et al.*, 2008). Utilizou-se como padrão dos CF o ácido gálico. Em 1 mL do extrato foi adicionado 1 mL de Folin-Ciocalteau, 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 determinação da AAT foi realizada com base na metodologia mencionada por Lara-Cortés *et al.*, (2014), que está relacionada à capacidade do extrato de sequestrar o radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazila (método DPPH). Foi utilizado 0,1 mL do extrato com 3,9 mL do radical DPPH (em triplicata). A mistura foi agitada em Vortex e deixada em repouso, em ambiente escuro, por 30 minutos, sendo as leituras realizadas em espectrofotômetro, no λ de 515 nm. O espectrofotômetro foi calibrado com álcool metílico. Com auxílio da equação 2, a taxa de inibição do radical DPPH foi calculada.

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

em que,

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

Foi determinado o conteúdo de vitamina C pelo uso do método espectrofotométrico. Utilizou-se para tal, 2,4-denitrofenilhidrazina (Amarante *et al.*, 2008). Foi utilizado, também, 1 grama de polpa, macerados em 5 mL de ácido oxálico (0,5%). Posteriormente à filtragem foi tomado 1 mL da amostra e adicionados 3 mL de ácido oxálico, 5 gotas do agente oxidante 2,6 diclorofenal-indofenol (2,3-DCFI), 1 mL de 2,4 dinitrofenilhidrazina (2,4-DNPH), 1 gota de tioureia e 5 mL de ácido sulfúrico. Em espectrofotômetro com λ de 520 nm as leituras foram realizadas, sendo 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 quatro repetições, em esquema fatorial (5 x 5) correspondente a cinco condutividades elétricas e cinco genótipos. Cada parcela experimental foi composta por dez plantas e uma amostra de dez frutos. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, modelos de regressão linear e quadrática, correlação e quando os dados não contemplaram os pressupostos de normalidade aplicou-se o teste de Kruskal-Wallis. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software livre R Core Team (2017), sendo os gráficos representados pelo programa Excel® (2010).

## Resultados e Discussão

### Sólidos solúveis totais (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT dos genótipos

Verificaram-se variações significativas (p>0,05) entre genótipos para os valores de SS, AT e a relação SS/AT dos frutos de morangueiros, à exceção do pH (Tabela 1).

Os valores médios de SS foram de 6,02%, com destaque para Pircinque com os maiores valores (7,12%), seguidos por Bela, San Andreas e Randoce, os quais não diferiram entre si, e Alpina 10 com os menores (5,04%) (Tabela 1). Os conteúdos de SS são um indicativo de doçura dos frutos (Chitarra; Chitarra, 2005) caracterizando Pircinque e Randoce como os mais e menos doces, respectivamente.

O cultivar San Andreas apresentou a maior AT (0,54%) e Alpina 10 (0,40%) e Bela (0,45%) as menores, indicando frutos de maior e menor acidez, respetivamente, enquanto nos demais foram observados valores intermediários (Tabela 1).

O sabor é percebido pelos receptores humanos o que inclui a aparência, tamanho, coloração, forma e textura, aliado aos sentidos químicos de paladar e olfato. As principais responsáveis pela percepção do paladar são as papilas gustativas, presentes nos órgãos de entrada no sistema digestório, responsáveis por amplificar a percepção (Strapasson *et al.*, 2012). Assim, para sabor, não é possível avaliar um atributo isoladamente. É necessário observar um conjunto de fatores.

De forma geral, o sabor está associado à relação direta entre quantidade de açúcares e ácidos orgânicos presentes no fruto (SS/AT) e quanto maior os valores, mais agradável é o sabor (Mlcek; Rop, 2011). Neste estudo observou-se que entre os genótipos avaliados, Pircinque apresentou a maior relação SS/AT, seguida de Bela, enquanto San Andreas exibiu valores inferiores (Tabela 1).

**Tabela 1. Atributos de pH, sólidos solúveis (SS; %), acidez titulável total (AT; %) e relação SS/AT em morangos de genótipos nacionais (Alpina 10, Bela e Randoce) e estrangeiros (San Andreas e Pircinque) cultivados em sistema semi-hidropônico**

| Genótipo | *pH | SS | AT | SS/AT |
|---|---|---|---|---|
| San Andreas | 4,54$^{ns}$ | 6,01$^{b}$ | 0,54$^{a}$ | 11,09$^{c}$ |
| Alpina 10 | 4,64 | 5,04$^{c}$ | 0,40$^{b}$ | 12,52$^{bc}$ |
| Bela | 4,61 | 6,14$^{b}$ | 0,45$^{b}$ | 13,77$^{ab}$ |
| Pircinque | 4,71 | 7,12$^{a}$ | 0,47$^{ab}$ | 15,25$^{a}$ |
| Randoce | 4,54 | 5,79$^{b}$ | 0,47$^{ab}$ | 12,23$^{bc}$ |
| Média | 4,61 | 6,02 | 0,47 | 12,97 |
| CV (%) | 3,58 | 12,61 | 18,79 | 18,58 |

Fonte: Os autores (2025)
Nota: Valores seguidos da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05); ns = não significativo. *Kruskal-Wallis (dados sem distribuição normal); pH (Q2 = 62,411; p = 0,1529).

Os valores maiores da relação SS/AT apresentados por Pircinque pode ser atribuído aos maiores conteúdos de SS, enquanto para Bela, aos menores valores de AT, indicando frutos de melhor sabor. Por outro lado, San Andreas apresentou frutos de sabor inferior, atribuída a elevada AT, reduzindo a relação SS/AT.

Tanto os conteúdos de SS como de AT podem ser influenciados por diversos fatores, conferindo maior ou menor relação entre SS/AT. O principal fator influenciador são as características genéticas, além fatores como nutrição, umidade, altitude e temperatura média (Chitarra; Chitara, 2005; Zanin *et al.*, 2020). De acordo com Simkova *et al.* (2023), altitude elevada e temperaturas médias reduzem a acidez dos frutos. Segundo Menezes Júnior *et al.* (2024), os cultivares de dia curto italianos tendem a apresentar valores mais elevados de SS e relação SS/AT, corroborando os resultados deste estudo, que evidenciou o efeito genérico, uma vez que a AT dos frutos não foi influenciada pela CE da solução nutritiva, e que os frutos dos genótipos Pircinque e Bela são mais agradáveis ao paladar.

Os ensaios disponíveis têm indicado a superioridade de sabor do cultivar Pircinque, de dia curto, em relação a diversos outros genótipos. Isso se relaciona à alta relação SS/AT que o cultivar pode alcançar (Fagherazzi *et al.*, 2021; Medina *et al.*, 2014; Menezes Júnior; Souza; Saraiva, 2023; Menezes Júnior *et al.*, 2024).

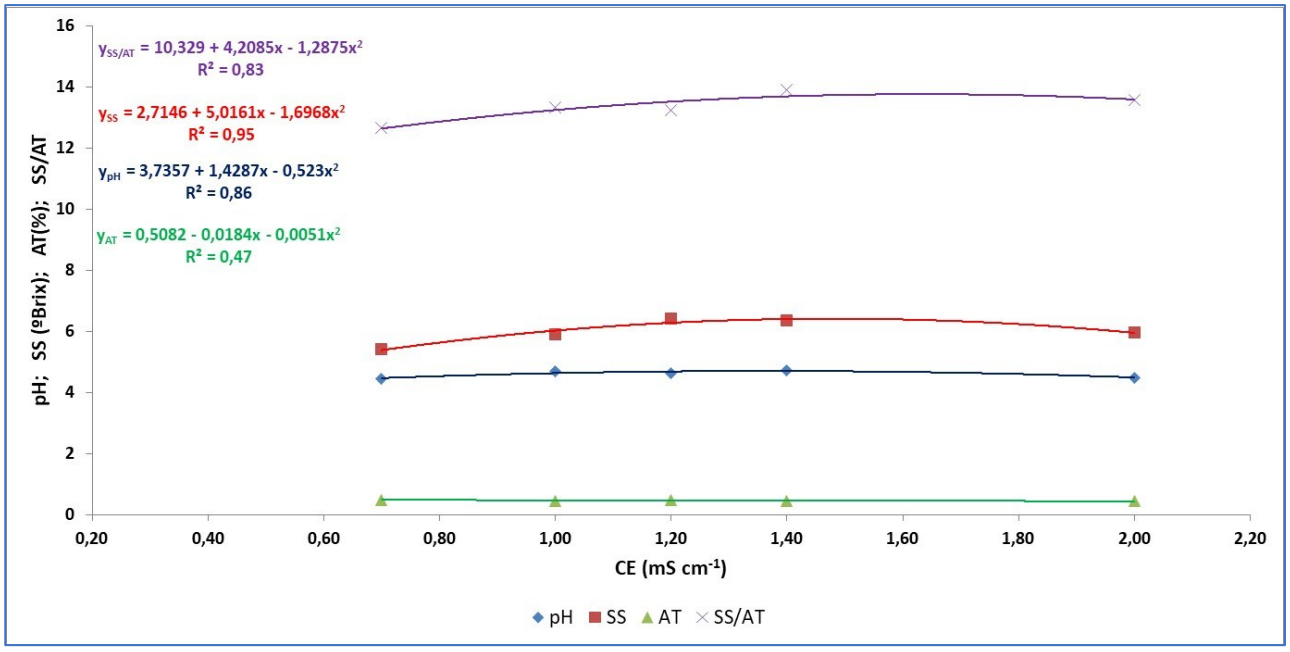
Para Mango (2024), o ambiente de cultivo exerce grande influência na interação cultivar-ambiente, tanto no comportamento produtivo assim como na qualidade dos frutos de morangueiro. Isso ocorre devido às condições climáticas não serem estáveis ao longo do ano e, por conseguinte, as respostas dos diferentes genótipos.

Bela, de dia neutro, foi um cultivar lançado em 2022/23 pela UDESC em parceria com a CREA-FRF (Consiglio per La Ricerca e La Sperimentazione in Agricoltura - Unità di Ricerca per La Frutticoltura – Forlì, Itália). A relação SS/AT deste genótipo varia, dependendo da época colheita do fruto, de 9,65 a 21,42 (Lima, 2024; Mango, 2024). Em época similar de colheita do presente estudo, Mango (2024), em novembro, registrou para Bela SS de 13,09%. Tais fatos indicam que o cultivar Bela também se apresenta como alternativa de frutos com qualidade para cultivo pelo agricultor.

San Andreas, de dia neutro, mesmo apresentando menores valores da relação SS/AT neste estudo, é no Brasil um dos genótipos mais cultivados em sistema de cultivo semi-hidropônico com grande variação nos valores de SS/AT (de 5,6 a 27,4) (Menezes Júnior; Souza; Saraiva, 2023; Menezes Júnior; Reis; Costa, 2025; Santos *et al.*, 2020), indicando a influência das condições microclimáticas de cultivo (Menezes Júnior; Souza; Saraiva, 2023; Menezes Júnior; Reis; Costa, 2025; Santos *et al.*, 2020). Trabalhos já realizados no Brasil vêm mostrando que o genótipo San Andreas, apesar de suas características de produção, possui em comparação a outros genótipos, menor relação SS/AT (Carvalho, 2013; Menezes Júnior; Souza; Saraiva, 2023; Menezes Júnior *et al.*, 2024). No entanto, sua preferência de produção decorre especialmente da elevada rusticidade e produção das plantas deste genótipo (Menezes Júnior; Silva, 2023). O pH não apresentou diferença entre os genótipos, com valores médios 4,61 (Tabela 1). Estes valores são inferiores aos 3,71 e 3,50 apresentados por Menezes Júnior; Silva (2023) e Menezes Júnior *et al.* (2024) em trabalhos realizados com diferentes cultivares de morango também cultivados em sistema semi-hidropônico.

O aumento da CE da solução nutritiva proporcionou aumento dos conteúdos de SS e da relação entre SS/AT, enquanto não houve efeito para pH e AT (Figura 2). Na média dos genótipos, as equações quadráticas mostram que os valores mais elevados de SS e da relação SS/AT foram atingidos na CE de 1,3 mS $cm^{-1}$ e 1,6mS $cm^{-1}$, respectivamente. Portanto, a CE afeta o teor de SS a relação SS/AT, porém não os valores médios de AT dos frutos de morangueiro, podendo estar relacionada, neste estudo, uma vez que as condições micrometeorológicas de cultivo são as mesmas, à carga gênica de cada material experimental.

Figura 2. Atributos de pH, sólidos solúveis (SS; %), acidez titulável total (AT; %) e relação sólidos SS/AT médios dos genótipos de morangueiro nacionais (Alpina 10, Bela e Randoce) e estrangeiros (San Andreas e Pircinque), de acordo com a condutividade elétrica da solução nutritiva (mS cm-1). ns = não significativo




Fonte: Os autores (2025)

## Compostos fenólicos totais (CF), flavonoides (Flavo), antocianina (Anto), vitamina C (Vit C) e atividade antioxidante (AAT) dos genótipos

No presente estudo, não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos nos valores médios para as variáveis flavonoides (Flavo), antocianinas, vitamina C (Vit C) e atividade antioxidante (AAT); somente houve efeito nos CF (Tabela 2).

Os frutos apresentaram valores médios de CF de 143,20 mg EAG $g^{-1}$de MF, com destaque para Randoce, com os maiores valores (150,38 mg EAG $g^{-1}$de MF) e Pircinque com os menores (130,68 mg EAG $g^{-1}$de MF) (Tabela 2). Menezes Júnior, Souza e Saraiva (2023), ao estudarem a aplicação foliar de B, Zn e B + Zn, não verificaram diferenças no conteúdo de CF entre quatro genótipos de morangueiro, com média de 85,49 mg EAG $g^{-1}$ de MF, valores inferiores aos deste estudo. Em outro estudo, avaliando o desempenho de 12 genótipos de morangueiro, foram reportados 150,90 mg EAG $g^{-1}$ de MF de CFT (Menezes Júnior *et al.*, 2024), conteúdos semelhantes aos deste estudo.

Os CF são os principais grupos de metabólitos secundários produzidos naturalmente pelas plantas, ou ainda em resposta, especialmente, a estresses causados por fatores edafoclimáticos ou mesmo por agressores, como insetos, microrganismos, entre outros (Keutgen; Pawelzik, 2007). A presença dos CF no morango também pode variar de acordo com as condições edafoclimáticas, como reportado por Carvalho (2013), onde os conteúdos variaram com o mês da colheita ao longo do ano. Tal resultado pode ser atribuído, além da temperatura, à intensidade da radiação solar.

Os conteúdos médios de CF obtidos neste estudo são semelhantes aos 150,90 mg EAG $g^{-1}$ de MF apresentados por Menezes Júnior *et al.* (2024) e superiores aos 85,5 mg EAG $g^{-1}$ de MF apresentados por Menezes Júnior; Souza; Saraiva (2023) para diferentes genótipos de morango e aplicações de nutrientes, cultivados em sistema semi-hidropônico.

Os conteúdos de flavonoides não apresentaram diferenças entre os genótipos, variando de 11,52 a 12,77 mg 100 $g^{-1}$ de MF para Alpina 10 e San Andreas, respectivamente (Tabela 2). Estes valores são superiores aos 8,91 mg 100 $g^{-1}$ de MF reportados para frutos de diferentes genótipos produzidos em sistema de cultivo semi-hidropônico recirculante (Menezes Junior *et al.*, 2024) e aos 8,22 mg 100 $g^{-1}$ de MF também cultivados em sistema semi-hidropônico com pulverização de nutrientes (Menezes Júnior; Souza; Saraiva, 2023).

Assim como para flavonoides, não houve diferença nos conteúdos de antocianina entre os genótipos estudados com valores médios de 9,69 mg 100 $g^{-1}$ de MF (Tabela 2). Esses resultados são bem inferiores aos 37,23 mg 100 $g^{-1}$ de MF obtidos em frutos de diferentes cultivares de morango cultivados em sistema semi-hidropônico com pulverização de nutrientes (Menezes Junior; Souza; Saraiva., 2023) e semelhantes aos 11,07 mg 100 $g^{-1}$ de MF em frutos de cultivo semi-hidropônico recirculante (Menezes Junior *et al.*, 2024).

A produção de antocianinas, está relacionada à característica genética da planta, à proteção dos vegetais às radiações solar e ultravioleta, à defesa contra herbívoros e patógenos e ao tempo de exposição a horas de frio e temperatura (Carvalho, 2013). O cultivo de plantas expostas a temperaturas elevadas e maior radiação solar podem apresentar maiores concentrações de antocianinas (Atkinson *et al.*, 2006; Klimov *et al.*, 2008). Morangos cultivados no mesmo local em sistema semi-hidropônico para mesma época de colheita não apresentaram diferenças significativas entre genótipos para o conteúdo de antocianinas (Menezes Júnior; Souza; Saraiva, 2023), indicando que a coloração dos frutos está relacionada às genéticas dos frutos.

O conteúdo de vitamina C também não apresentou diferenças entre os genótipos, com conteúdos variando de 86,32 a 87,84 mg 100 $g^{-1}$ de MF para San Andreas e Randoce, respectivamente (Tabela 2). De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (NEPA, 2011), a composição mínima de vitamina C em morangos é de 63,3 mg 100 $g^{-1}$ de MF, indicando que todos os genótipos deste estudo apresentaram valores superiores ao mínimo estabelecido (Tabela 2). Os valores deste estudo são inferiores aos 106,12 mg 100 $g^{-1}$ de MF reportados por Menezes Júnior *et al.* (2024) e superiores aos e 49,39 mg 100 g-1 de MF apresentados por Menezes Júnior, Souza e Saraiva (2023) para diferentes cultivares de morango cultivados em sistema semi-hidropônico e aos 40,7 mg 100 $g^{-1}$ de MF por Musa *et al.* (2015) para cultivo convencional e orgânico.

O conteúdo de vitamina C pode variar em função da intensidade luminosa (Chitarra; Chitarra, 2005). Trabalhos que avaliam o teor de vitamina C têm mostrado que quanto maior a intensidade luminosa maior a produção de vitamina C pelas plantas. Isso ocorre devido à luz estimular a síntese de ácido ascórbico como resposta de defesa do fruto. Estudos realizados por Ribeiro *et al.* (2016) e Lee e Kader (2000), mostram que frutos cultivados ao ar livre, expostos à luz solar direta, contêm maior quantidade de vitamina C do que os produzidos com menor exposição luminosa.

Os frutos de morango apresentaram elevada AAT, sem diferença entre os genótipos, com valores variando de 85,70% a 90,59% para San Andreas e Alpina 10, respectivamente (Tabela 2). A AAT dos morangos foi semelhante aos valores médios de 89,48% e 91,81% reportados para quatro cultivares de morango produzidos em sistema semi-hidropônico (Menezes Junior; Souza; Saraiva, 2023; Menezes Junior *et al.*, 2024).

A alta AAT dos genótipos de morangueiro no presente estudo (acima de 85%) indica que além de saborosos, os frutos de morangos apresentam propriedades bioativas que contribuem na prevenção de problemas decorrentes do estresse oxidativo das células.

**Tabela 2. Conteúdos totais de compostos fenólicos (CF; mg EAG g-1de MF)*, flavonoides (Flav; mg 100 g-1de MF), antocianina (Anto; mg 100 g-1de MF), vitamina C (Vit C; mg 100 g-1de MF) e atividade antioxidante (AAT; %) em genótipos de morangos nacionais (Alpina 10, Bela e Randoce) e estrangeiros (San Andreas e Pircinque) cultivados em sistema semi-hidropônico**

| Genótipo | CF* | **Flav | **Anto | Vit C | **AAT |
|---|---|---|---|---|---|
| San Andreas | 146,16$^{ab}$ | 12,50$^{ns}$ | 7,18$^{ns}$ | 86,32$^{ns}$ | 85,70$^{ns}$ |
| Alpina 10 | 139,23$^{ab}$ | 11,52 | 12,77 | 86,83 | 90,59 |
| Bela | 149,43$^{ab}$ | 11,61 | 8,93 | 87,26 | 89,14 |
| Pircinque | 130,68$^{b}$ | 11,70 | 7,90 | 86,47 | 88,40 |
| Randoce | 150,48$^{a}$ | 12,77 | 11,67 | 87,84 | 89,73 |
| Média | 143,20 | 12,02 | 9,69 | 86,94 | 88,71 |
| CV (%) | 14,97 | 10,58 | 28,53 | 5,89 | 5,46 |

Fonte: Os autores (2025)
Valores seguidos da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$); ns = não significativo. *EAG $g^{-1}$ de MF: Equivalente Ácido Gálico por grama de massa fresca. **Kruskal-Wallis (dados sem distribuição normal); Flav ($Q2 = 68,285$; $p = 0,6344$); Anto ($Q2 = 96,773$; $p = 0,2689$); e AAT ($Q2 = 62,584$; $p = 0,1494$).

Correlação entre o aumento da condutividade elétrica e os atributos de acidez, sólidos solúveis e relação SS/AT, compostos fenólicos, flavonoides, antocianinas, vitamina C e atividade antioxidante considerando individualmente cada genótipo.

Os coeficientes de correlação entre a condutividade elétrica (CE) e atributos de qualidade para cada um dos genótipos analisados de forma individual indicam que o aumento da CE afetou de forma diferente a qualidade dos frutos (Tabela 3).

O aumento da condutividade elétrica elevou a acidez (pH) dos frutos de Pircinque, o pH de frutos de Alpina 10 e Bela, a relação SS/AT em Alpina 10 e Pircinque, a AAT para todos os genótipos, as antocianinas para Alpina 10, e reduziu flavonoides para San Andreas e os teores de vitamina C para San Andreas, Alpina 10 e Randoce.

Em geral, o aumento da salinidade do meio de cultivo tende a aumentar até dado limite a qualidade dos frutos de diversas espécies hortícolas, como o tomateiro, a melancia e o maracujá (Campos *et al.*, 2006; Costa *et al.*, 2013; Magan *et al.*, 2008; Paiva, 2024).

O estresse osmótico provocado pelo aumento da salinidade tende a aumentar a acidez titulável e a concentração de açúcares e sólidos solúveis totais nos frutos de espécies hortícolas (Campos *et al.*, 2006; Costa *et al.*, 2013). Yin *et al.* (2010), em tomate, observaram, através de estudos moleculares e fisiológicos, que a salinidade regula genes de transporte de sacarose e induz o acúmulo de carboidratos, melhorando o sabor dos frutos.

Embora não tenhamos estudos moleculares e fisiológicos no presente trabalho os resultados indicam que alguns genótipos (Alpina 10 e Bela) respondem positivamente ao aumento da CE e tendem a elevar o teor de SS e com isso, a relação SS/AT, uma vez que pH e AT não foram influenciados pela CE (Tabela 1 e 3). Enquanto o pH e AT são variáveis, possivelmente, mais relacionadas a características genéticas de cada genótipo, como no caso de Pircinque, em que as correlações são negativas com a CE.

Para todos os genótipos, o aumento da CE proporcionou incremento da AAT e conteúdos de CF (Tabela 3), indicando forte efeito da CE, sendo o teor de flavonoides e vitamina C dependentes do genótipo.

Os resultados apontam ainda que os CF podem ser os principais contribuintes para a AAT dos frutos de morango, uma vez que em todos os genótipos o aumento dos CF, em razão da CE, seguiu pelo aumento dos AAT (Tabela 2). Diversos trabalhos mostram a relação positiva entre AAT e os teores de CF em vários vegetais (Amarante *et al.*, 2008; Souza *et al.*, 2021), corroborando os resultados deste estudo.

**Tabela 3. Coeficientes de correlação aumento da condutividade elétrica (de 0,7 a 2,0 mS cm-1) e os atributos de pH, acidez titulável total (AT), sólidos solúveis (SS), relação SS/AT, atividade antioxidante (AAT), compostos fenólicos (CF), Antocianina (ANTO), flavonoides (Flavo) e vitamina C (Vit C) dos genótipos morangos nacionais (Alpina 10, Bela e Randoce) e estrangeiros (San Andreas e Pircinque) cultivados em sistema semi-hidropônico**

| Genótipos | pH | SS | AT | SS/AT | AAT | CF | ANTO | FLAVO | Vit C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| San Andreas | -0,521 | -0,129 | 0,167 | -0,483 | 0,985 | 0,885 | 0,513 | -0,772 | -0,810 |
| Alpina 10 | -0,002 | 0,794 | -0,652 | 0,903 | 0,747 | 0,958 | 0,942 | -0,022 | -0,785 |
| Bela | -0,479 | 0,611 | -0,457 | 0,937 | 0,937 | 0,914 | 0,481 | -0,233 | -0,331 |
| Pircinque | 0,851 | 0,175 | -0,873 | 0,868 | 0,820 | 0,589 | 0,306 | -0,246 | -0,524 |
| Randoce | -0,263 | 0,157 | -0,162 | 0,417 | 0,841 | 0,863 | 0,300 | 0,280 | -0,708 |

Fonte: Os autores (2025)

Os dados apresentados indicam que os genótipos requerem um manejo nutricional diferenciado para obtenção de frutos com qualidade superior. Para San Andreas a CE da solução nutritiva pode ser mantida em concentrações menores (0,7mS $cm^{-1}$) durante o cultivo, representando economia de insumos. Enquanto para os demais genótipos, a CE da solução nutritiva poderá estar próxima a 2,0 mS $cm^{-1}$.

Este estudo mostra que há comportamento diferente para os atributos de qualidade dos frutos de morango de acordo com os genótipos e da condição de cultivo, indicando forte interação genótipo x ambiente. Assim, a escolha da condutividade elétrica influenciará diretamente a qualidade dos frutos obtidos para cada genótipo e, assim, sua aceitação por parte do consumidor.

## Conclusões

Com base nos resultados, conclui-se que:

A condutividade elétrica da solução nutritiva influencia diretamente o sabor por afetar o conteúdo de sólidos solúveis e a relação SS/AT.

A condutividade elétrica da solução nutritiva para San Andreas que maximiza a qualidade dos frutos é de 0,7 mS $cm^{-1}$, enquanto para os genótipos Alpina 10, Bela, Pircinque e Randoce deve estar próxima a 2,0 mS $cm^{-1}$.

É necessário manejo nutricional diferenciado para obtenção de qualidade de frutos de acordo com os genótipos.

## Referências

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; DUCROQUET, J. P. H. J.; SASSO, A. 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/S1678-3921.pab2008.v43.1290. Disponível em: https://apct.sede.embrapa.br/pab/pt_BR/article/view/1290/. Acesso em: 23 out. 2026.

ATKINSON, C. J.; DODDS, P. A. A.; FORD, Y. Y.; LE MIÈRE, J.; TAYLOR, J. M.; BLAKE, P. S.; PAUL, N. Effects of cultivar, fruit number and reflected photosynthetically active radiation on *Fragaria* x *ananassa* productivity and fruit ellagic acid and ascorbic acid concentrations. **Annals of Botany**, v. 97, n. 3, p. 429-441, 2006. DOI: https://doi.org/10.1093/aob/mcj046. Disponível em: https://academic.oup.com/aob/article/97/3/429/291891. Acesso em: 23 out. 2026.

CAMPOS, C. A. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R., BLANCO, F. F.; GONÇALVES, C. B.; CAMPOS, S. A. F. Yield and fruit quality of industrial tomato under saline irrigation. **Scientia Agricola**, n. 63, v. 2, p. 146-152, 2006. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-90162006000200006. Disponível em: https://www.scielo.br/j/sa/a/QMYyVqHTXX9BXQpZDLCvmCG. Acesso em: 23 out. 2026.

CANNING of fruit. *In*: FEATHERSTONE, S. (ed.). **A Complete Course in Canning and Related Processes**. 14th. ed. New York: Woodhead Publishing, 2016. Volume 3, Chapter 2, p. 85-134. (Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, n. 282). DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-85709-679-1.00002-7. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/chapter/edited-volume/abs/pii/B9780857096791000027. Acesso em: 23 out. 2026.

CARVALHO, S. F. **Produção, qualidade e conservação pós-colheita de frutas de diferentes cultivares de morangueiro nas condições edafoclimáticas de Pelotas-RS**. 2013. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS, 2013.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças**: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.

COSTA, A. R. F. C.; MEDEIROS, J. F.; PORTO FILHO, F. Q, SILVA, J. S.; COSTA, F. G. B.; FREITAS, D. C. Produção e qualidade de melancia cultivada com água de diferentes salinidades e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 9, p. 947-954, 2013. DOI: https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000900006. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/sXxDzy3g9Wf9hFqPLfwtmqM. Acesso em: 23 out. 2026.

FAGHERAZZI, A. F.; GRIMALDI, F.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; SANTOS, M. F. S.; SBRIGHI, P.; LUCCHI, P.; BARUZZI, G.; FAEDI, W. Pircinque: new strawberry cultivar for Brazilian producers. **Horticultura Brasileira**, v. 39, p. 458-463, 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/s0102-0536-20210416. Disponível em: https://www.scielo.br/j/hb/a/YL3ZLnWchnWn3mmB4gySnKr/?lang=en. Acesso em: 23 out. 2026.

GASTON, A.; OSORIO, S.; DENOYES, B.; ROTHAN, C. Applying the solanaceae strategies to strawberry crop improvement. **Plant Science**, v. 25, n. 2, p. 130-140, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tplants.2019.10.003. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136013851930250X. Acesso em: 23 out. 2026.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KEUTGEN, A. J.; PAWELZIK, E. Quality and nutritional value of strawberry fruit under long term salt stress. **Food Chemistry**, v. 107, n. 4, p. 1413-1420, 2007. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.09.071. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881460701000X. Acesso em: 23 out. 2026.

KLIMOV, S. V.; BURAKHANOVA, E. A.; DUBININA, I. M.; ALIEVA, G. P.; SAL'NIKOVA, E. B.; OLENICHENKO, N. A.; ZAGOSKINA, N. V.; TRUNOVA, T. I. Suppression of the source activity affects carbon distribution and frost hardiness of vegetating winter wheat plants. **Russian Journal of Plant Physiology**, v. 55, n. 3, p. 308-314, 2008. DOI: https://doi.org/10.1134/S1021443708030035. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1134/S1021443708030035. Acesso em: 23 out. 2026.

LARA-CORTÉS, E.; MARTÍN-BELLOSO, O.; OSORIO-DÍAZ P.; BARRERA-NECHA, L.L.; SÁNCHEZ-LÓPEZ, J.A.; BAUTISTA-BAÑOS, S. Actividad antioxidante, composición nutrimental y funcional de flores comestibles de dalia. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, v. 20, n. 1, p. 101-116, 2014. DOI: https://doi.10.5154/r.rchsh.2013.07.024. Disponível em: https://revistas.chapingo.mx/horticultura/?section=articles&subsec=issues&numero=166&articulo=1675. Acesso em: 23 out. 2026.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000. DOI: https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00133-2. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521400001332. Acesso em: 23 out. 2026.

LIMA, J. M. D. Epidemiology of mycosphaerella leaf spot and powdery mildew and agronomic parameters of strawberry cultivars and genotypes in the highland region of Southern Brazil. **Agriculture**, v. 14, n. 8, 1373, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture14081373. Disponível em: https://www.mdpi.com/2077-0472/14/8/1373. Acesso em: 23 out. 2026.

LIMA, R. H. Manejo nutricional do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v. 46, n. 331, p. 26-40, 2025.

MAGÁN, J. J.; GALLARDO, M.; THOMPSON, R. B.; LORENZO, P. Effects of salinity on fruit yield and quality of tomato grown in soil-less culture in greenhouses in Mediterranean climatic conditions. **Agricultural Water Management**, v. 95, n. 9, p. 1041-1055, 2008. DOI: https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.03.011. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377408000899. Acesso em: 23 out. 2026.

MANGO, B. D. **Alpina10 e bellalinda**: Avaliação da época de plantio das novas cultivares da UDESC. 2024. 59f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC, Lages, SC, 2024. Disponível em: https://repositorio.udesc.br/handle/UDESC/23281. Acesso em: 23 out. 2026.

MEDINA, J. J.; DOMÍNGUEZ MIRANDA, L.; SORIA C.; LÓPEZ-ARANDA, J. M.; BARUZZI, G.; FAEDI, W.; CAPRIOLO, G.; CARULLO, A.; FUNARO, M. New strawberry cultivars tested in Spain and south Italy. **Acta Horticulturae**, n. 1049, p. 471-474, 2014. DOI: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1049.69. Disponível em: https://www.actahort.org/books/1049/1049_69.htm. Acesso em: 23 out. 2026.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; REIS, J. B. R. S.; COSTA, A. F. Estruturas e manejo fitotécnico do morangueiro em sistema semi-hidropônico. **Informe Agropecuário**, v. 46, n. 331, p. 13-24, 2025.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; SILVA, P. F. (org.). **Cultivo do morangueiro em sistema semihidropônico**. 1. ed. Florianópolis: Epagri, 2023. 316p.

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. Acesso em: 23 out. 2026.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; SOUZA, A. G.; SARAIVA, F. R. S.; ESSER, V. M. B.; SANTOS, L. S.; RESENDE, J. T. V. Propriedades bioativas de genótipos selecionados de morangos cultivados em sistema semi-hidropônico recirculante. **Agri-Environmental Sciences**, v. 10, Palmas-TO, e024007, 2024.

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. Acesso em: 23 out. 2026.

MONTEIRO, S. M. F. **Avaliação e seleção de genótipos de Morangueiro na região do Planalto Sul Catarinense**. 2023. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV, Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC, Lages, SC, 2023.

MUSA, C. I.; WEBER, B.; GONZATTI, H. C.; BIGUELINI, C. B.; SOUZA, C. F. V.; OLIVEIRA, E. C. 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, 2015. DOI: https://doi.org/10.5902/2179460X16810. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/index.php/cienciaenatura/article/view/16810. Acesso em: 23 out. 2026.

NEPA. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA/UNICAMP, 2011. 161 p.

NUNES, G.; NOVELLO, D. Antioxidant action and functional properties of strawberry in the human body. **Revista Valore**, v. 5, e-5004, 2020. DOI: https://doi.org/10.22408/reva502020246e-5004. Disponível em: https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/246. Acesso em: 23 out. 2026.

PAIVA, F. J. S. **Tolerância de genótipos de maracujazeiro-azedo a Salinidade da água de irrigação sob adubação potássica**. 2024. 166 f. Tese (Doutorado em Engenharia agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande/PB, 2024. Disponível em: https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/40342. Acesso em: 23 out. 2026.

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. 2026.

RIBEIRO, P. F. A.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, E. B.; MENDONÇA, A. C.; SANT'ANA, H. M. P. Teor de vitamina C, β-caroteno e minerais em camu-camu cultivado em diferentes ambientes. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 567-572, 2016. DOI: https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150024. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/GHKtmWGcMCdXqWt8ZW4xY3f. Acesso em: 23 out. 2026.

ŠAMEC, D.; MARETIĆ, M.; LUGARIĆ, I.; MEŠIĆ, A.; SALOPEK-SONDI, B.; DURALIJA, B. Assessment of the differences in the physical, chemical and phytochemical properties of four strawberry cultivars using principal component analysis. **Food Chemistry**, v. 194, n. 1, p. 828-834, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.08.095. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814615013035. Acesso em: 23 out. 2026.

SANCHES TORRES, J. D.; LIGARRETO MORENO, G. A.; LEIVA, F. R. Spatial variability of soil chemical properties and its effect on crop yields: a case study in maize (Zea mays L.) on the Bogota Plateau. **Agronomia Colombiana**, v. 29, n. 2, p. 265-274, 2011. Disponível em: https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/30212. Acesso em: 23 out. 2026.

SANTOS, N. A.; COELHO, B. E. S.; GALVÃO, L. C.; TORRES, G. S.; FIGUEIRÊDO NETO, A.; SANTOS, I. H. Caracterização física e físico-química de morangos San Andreas produzidos sob sistemas orgânico e convencional. **Revista Cultura Agronômica**, v. 29, n. 3, p. 379-388, 2020. DOI: https://doi.org/10.32929/2446-8355.2020v29n3p379-388. Disponível em: https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/pt_BR/article/view/2446-8355.2020v29n3p379-388. Acesso em: 23 out. 2026.

SIMKOVA, K.; VEBERIC, R.; HUDINA, M.; GROHAR, M.C.; IVANCIC, T.; SMRKE, T.; PELACCI, M.; JAKOPIC, J. Variability in 'Capri' everbearing strawberry quality during harvest season. **Foods**, v. 12, n. 6, 1349, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/foods12061349. Disponível em: https://www.mdpi.com/2304-8158/12/6/1349. Acesso em: 23 out. 2026.

SINCLAIR, W. B. **The biochemistry and physiology of lemon and other citrus fruits**. Riverside: Univ. of California, 1984. 469 p.

SKROVANKOVA, S.; SUMCZYNSKI, D.; MLCEK, J.; JURIKOVA, T.; SOCHOR, J. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Types of Berries. **Int. J. Mol. Sci.** , v. 16, n. 10, p. 24673-24706, Oct. 2015. DOI: https://doi.org/10.3390/ijms161024673. Disponível em: https://www.mdpi.com/1422-0067/16/10/24673. Acesso em: 23 out. 2026.

SOULE, I., GRIERSON, W. Anatomy and physiology. *In*: WARDOWSKI, W. F.; NAGY, S.; GRIERSON, W. (ed.). **Fresh citrus fruits**. Westport: AVI Pub. Co., 1986. p. 1-22.

SOUZA, D. C.; OSSANI, P. C.; COSTA, A. S.; GUERRA, T. S.; ARAÚJO, A. L.; RESENDE, F. V.; RESENDE, L. V. Selection of experimental strawberry clones for fruit appearance attributes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, e02560, 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.02560. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pab/a/33FYKV8yy4jYFNSyPbrNxRd/abstract/. Acesso em: 23 out. 2026.

STRAPASSON, G. C.; LOPEZ, A. C. M.; BASSO, T.; SANTOS, D. Percepção de sabor: Uma revisão. **Visão Acadêmica**, v. 12, n. 1, 2012. DOI: https://doi.org/10.5380/acd.v12i1.27247. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/27247. Acesso em: 23 out. 2026.

YIN, Y.G.; KOBAYASHI, Y.; SANUKI, A.; KONDO, S.; FUKUDA, N.; EZURA, H.; SUGAYA, S.; MATSUKURA, C. Salinity induces carbohydrate accumulation and sugar-regulated starch biosynthetic genes in tomato (Solanum lycopersicum L. cv. 'Micro-Tom') fruits in an ABA- and osmotic stress-independent manner. **Journal Experimental of Botany**, v. 61, n. 2, p. 563-574, 2010. DOI: https://doi.org/10.1093/jxb/erp333. Disponível em: https://academic.oup.com/jxb/article/61/2/563/619772. Acesso em: 23 out. 2026.

ZANIN, D. S.; LIMA, J. M.; SANTOS, M. F. S.; TILLWITZ, K. V.; FAGHERAZZI, A. F.; RICHTER, A. F.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L. Productive and qualitative characteristics of strawberry genotypes in the Plateau of the State of Santa Catarina, Brazil. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 19, p. 178-187, 2020. DOI: https://doi.org/10.5965/223811711922020178. Disponível em: https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/en/article/view/15880. Acesso em: 23 out. 2026.

## Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pelo financiamento do trabalho.

## INFORMAÇÕES ADICIONAIS

### COMO CITAR ESTE ARTIGO SEGUNDO AS NORMAS DA REVISTA

**ABNT:** MENEZES JUNIOR, F. O. G.; SOUZA, A. G.; NUNES, L. C. V. Condutividade elétrica da solução nutritiva e características químicas em frutos de genótipos de morango. *Vértices (Campos dos Goitacazes)*, v. 28, n. 3, p. e28323655, 2026. DOI: https://doi.org/10.19180/1809-2667.v28n32026.23655. Disponível em: https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/23655.

**APA:** Menezes Junior, F. O. G., Souza, A. G., Nunes, L. C. V. (2026). Condutividade elétrica da solução nutritiva e características químicas em frutos de genótipos de morango. *Vértices (Campos dos Goitacazes), 28*(3), e28323655. https://doi.org/10.19180/1809-2667.v28n32026.23655

### DADOS DO AUTOR E AFILIAÇÃO INSTITUCIONAL

**Francisco Olmar Gervini de Menezes Júnior** - Doutor em Produção Vegetal pela Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) e 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) – Rio do Sul/SC – Brasil. E-mail: franciscomenezes@epagri.sc.gov.br.

**Alexandra Goede de Souza** – Doutora em Produção Vegetal pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UESC). Professora do Instituto Federal Catarinense (IFC) – Rio do Sul/SC – Brasil. E-mail: alexandra.souza@ifc.edu.br.

**Lisandra Camili Veronezi Nunes** – Graduanda em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense (IFC) *Campus* Rio do Sul/SC - Brasil. E-mail: lilicvnunes@gmail.com.

### CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

**FOGMJ:** conceitualização; curadoria de dados; análise formal; aquisição de financiamento; investigação; metodologia; administração de projetos; recursos; supervisão; validação; visualização; escrita – rascunho original; escrita – revisão e edição; **AGS:** metodologia; escrita - rascunho original; escrita - revisão e edição; **LCVN : metodologia**; escrita - rascunho original.

### FINANCIAMENTO

Os autores declararam ter havido financiamento da FAPESC - Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina para a pesquisa que originou este artigo.

### APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA NA PESQUISA

Não se aplica.

### CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declararam não haver conflito de interesses.

### DISPONIBILIDADE DOS DADOS

Os autores declararam não haver dados disponíveis em repositórios.

### DECLARAÇÃO DE USO DE IA

Os autores declaram não ter havido utilização de ferramentas de inteligência artificial generativa na pesquisa e na escrita deste artigo.

### DECLARAÇÃO DE DIREITO AUTORAL

Este documento é protegido por Copyright © 2026 pelos Autores.

### LICENÇA DE USO

Esta obra está licenciada sob uma Licença Creative Commons. Os usuários têm permissão para copiar e redistribuir os trabalhos por qualquer meio ou formato, e também para, tendo como base o seu conteúdo, reutilizar, transformar ou criar, com propósitos legais, até comerciais, desde que citada a fonte.

### RESPONSABILIDADE PELA PUBLICAÇÃO

Essentia Editora, coordenação subordinada à PROPPIE do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da Essentia Editora.