

Qualidade pós-colheita de frutos de morangueiro com aplicação de silício

Maria Gabrielle Borges¹, Marcelo Henrique Avelar Mendes², Evando Luiz Coelho³ e Sindynara Ferreira⁴

Resumo – O morango é muito apreciado devido ao seu sabor característico e valor nutricional. A qualidade dos frutos é fundamental para assegurar a aceitação no mercado e a rentabilidade da cultura. É essencial adotar práticas e estratégias durante o cultivo que possam produzir e manter a boa qualidade dos frutos no período pós-colheita. Neste sentido, a adubação foliar com silício pode melhorar a firmeza, a coloração e a qualidade dos frutos. Objetivou-se de avaliar o efeito da fertilização foliar com silício na qualidade pós-colheita de frutos de morangueiro da cultivar Albion. O experimento foi realizado no sistema semi-hidropônico na cidade de Camanducaia, MG. O delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, tendo a parcela experimental composta por 16 plantas, das quais as 10 plantas centrais foram consideradas úteis. Os tratamentos foram compostos por seis doses de silício (0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 mL L⁻¹) aplicadas via foliar, em intervalos de 15 dias após o transplantio. Os frutos com 75% de coloração vermelha foram colhidos, embalados e armazenados em temperatura ambiente, em bancadas de laboratório. Foram avaliadas características de sólidos solúveis, firmeza de polpa, escurecimento das sépalas, cor dos frutos com espectrofotômetro e escala visual. Embora não tenha sido observado neste estudo um efeito pronunciado da adubação foliar, o tratamento 3,0 mL L⁻¹ de silício teve maior eficiência na manutenção dos atributos de qualidade aqui avaliados, principalmente até o 3º dia de avaliação.

Palavras-chave: Armazenamento; Elemento benéfico; *Fragaria x ananassa* Duch.; Vida de prateleira.

Post-harvest quality of strawberry fruits with silicon application

Abstract – Strawberries are highly appreciated due to their characteristic flavor and nutritional value. Fruit quality is essential to ensure market acceptance and crop profitability. It is essential to adopt practices and strategies during cultivation that can produce and maintain good fruit quality post-harvest. In this sense, foliar fertilization with silicon can improve the firmness, color and quality of the fruits. The objective of this study was to evaluate the effect of foliar fertilization with silicon on the post-harvest quality of strawberry fruits of the 'Albion' cultivar. The experiment was carried out in a semi-hydroponic system in the city of Camanducaia, MG. The design was randomized blocks, with four replications, with the experimental plot composed of 16 plants, of which the 10 central plants were considered useful. The treatments consisted of six doses of silicon (0; 1.5; 3.0; 4.5; 6.0 and 7.5 mL L⁻¹) applied via foliar application, at intervals of 15 days after transplanting. Fruits with 75% red coloration were harvested, packaged, and stored at room temperature on laboratory benches. Characteristics of soluble solids, pulp firmness, sepal darkening, and fruit color were evaluated using a spectrophotometer and visual scale. Although a pronounced effect of foliar fertilization was not observed in this study, the 3.0 mL L⁻¹ silicon treatment was more efficient in maintaining the quality attributes evaluated here, especially up to the 3rd day of evaluation.

Keywords: Storage; Beneficial element; *Fragaria x ananassa* Duch.; Shelf life.

Introdução

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) destaca-se entre as pequenas frutas cultivadas mundialmente. É apreciado por sua aparência marcante, sabor distinto e composição nutricional expressiva (Zhang *et al.*, 2024), possui

expressiva relevância econômica e social especialmente no Brasil, que é o maior produtor da América do Sul e o nono do mundo, com mais de 218 mil toneladas cultivadas em cerca de 5.300 hectares (Delazeri *et al.*, 2024; Silva *et al.*, 2024).

A qualidade dos frutos é essencial

para garantir sua aceitação no mercado e a rentabilidade da cultura. Caracterizado por elevada perecibilidade, os frutos de morango apresentam vida pós-colheita limitada devido às altas taxas metabólicas, que intensificam a desidratação, a degradação dos tecidos e da coloração, além de aumentar a sus-

Submetido em 05/07/2025. Aceito para publicação em 27/11/2025.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i3.2159>

Editor: Editor de seção: Luiz A. M. Peruch/ Epagri- Rafael Roveri Sabião/Epagri

¹ Engenheira-agrônoma, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Campus Inconfidentes, Praça Tiradentes, 416, Centro, Inconfidentes – MG, CEP 37576-000 e-mail: gabrielleborges.999@gmail.com

² Engenheiro-agrônomo, Dr, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri - Ituporanga), Est. Estrada Geral, Rua Lageado Águas Negras, 453, Ituporanga - SC, 88400-000, email: marceloavelar.agro@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5929-4371>

³ Engenheiro-agrônomo, Dr., IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes, e-mail: evando.coelho@ifsuldeminas.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6222-8703>

⁴ Engenheira-agrônoma, Dra., IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes, e-mail: sindynara.ferreira@ifsuldeminas.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2557-337X>

cetibilidade a danos mecânicos (Pereira *et al.*, 2022; Quarshi *et al.*, 2023).

Esses fatores resultam em perdas econômicas significativas, o que motiva a busca por estratégias de conservação, como controle de temperatura, irradiação e uso de atmosferas controladas, bem como métodos de controle químicos, incluindo fumigação, revestimentos, ozonização e agroquímicos (Valentinuzzi *et al.*, 2021). No entanto, a nutrição vegetal e as aplicações suplementares com fertilizantes surgem como alternativa para auxiliar a preservação da qualidade e a valorização comercial dos frutos (Neuwald *et al.*, 2021; Guarconi *et al.*, 2023).

A nutrição das plantas contribui para a qualidade dos frutos, aumentando a produtividade e reduzindo as perdas pós-colheita (Duarte *et al.*, 2024). Efeitos benéficos da fertilização com silício (Si) têm sido observados em muitas culturas frutíferas. Na framboesa (*Rubus idaeus*) promoveu maior firmeza da fruta (Silva *et al.*, 2023b); no mirtilo (*Vaccinium myrtillus*) aumentou o teor de acidez titulável, o teor de compostos fenólicos e de antocianinas (Silva *et al.*, 2023b); no morango tem potencial de aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos (Xu *et al.*, 2023).

Além disso, o Si atua na redução da atividade respiratória dos frutos e no consumo de água, além de conferir maior rigidez estrutural aos tecidos (Xu *et al.*, 2023b). Esses efeitos contribuem para a melhoria da qualidade pós-colheita, promovendo alterações nas concentrações de sólidos solúveis, antocianinas, acidez titulável e outros parâmetros, resultando em maior qualidade comercial (Silva *et al.*, 2023a). O Si também atua na mitigação de estresses naturais, como temperaturas extremas, influenciando positivamente a fisiologia das plantas (Mir *et al.*, 2022).

Desta forma, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito da fertilização foliar com silício na qualidade pós-colheita de frutos de morango do cultivar Albion.

Material e métodos

O experimento foi realizado no sítio Maria Santos Borges, localizado em São Mateus de Minas, distrito do município de Camanducaia, MG, no sul de Minas

Gerais (22°42'25" S, 46°01'41" W, 1.300 a 1.400m de altitude). O clima do município trata-se de clima Cfb, com temperatura média de 17,5°C e precipitação anual de aproximadamente 1.880mm (Climate Data, 2024).

A pesquisa, realizada entre os meses de agosto/2023 a março/2024, teve delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, tendo a parcela experimental composta por 16 plantas, das quais as 10 plantas centrais foram consideradas úteis, com três plantas em cada lateral utilizadas como bordadura. Os tratamentos foram compostos por seis doses de silício (0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5mL L⁻¹) aplicadas via foliar. A primeira aplicação de silício foi realizada aos 120 dias após o transplantio das mudas (DAT) e as demais aplicações ocorreram a cada 15 dias, totalizando seis aplicações.

Foi utilizado o cultivar comercial de morango 'Albion', em sistema protegido tipo túnel alto, com calhas semi-hidropônicas suspensas no formato de "V", com dimensões de 0,20m de profundidade, 0,30m de largura e 1,0m de altura do solo. O sistema foi coberto com plástico de 75 micras para a cobertura ficando a 0,8m de altura das plantas. O espaçamento entre plantas foi de 0,30m. Para preenchimento das calhas foi utilizado o substrato comercial DalleMole Organic Compost®, com *mulching* dupla face sobre o substrato.

A irrigação foi realizada por fitas gotejadoras, mantendo o substrato sempre na capacidade de campo. As adubações de manutenção foram administradas via fertirrigação, três vezes ao dia, às 9, 12 e 16 horas, adotando-se 4 minutos por irrigação. A adubação foi realizada de acordo com a recomendação da 5ª Aproximação para a cultura do morangueiro, adaptada para o sistema semi-hidropônico (Ribeiro; Guimaraes; Alvarez, 1999). Durante a fase de crescimento das mudas, a condutividade elétrica (CE) foi ajustada para 0,8S/m, aumentando para 1,2S/m com o início da produção.

As pulverizações para controle de pragas e doenças foram realizadas sempre que necessário, com uso de produtos registrados para a cultura do morango.

O silício foi fornecido por meio da aplicação foliar do produto comercial Protector Sil®, à base de silício solúvel

(silicato de potássio) de fluido viscoso, garantia de 11,78% de silício. A recomendação do produto é de 100 a 500 mililitros (mL) para 100 litros (L) de água. A aplicação foi realizada com borrifador manual de 2L, equipado com bico de cobre ajustável e válvula de alívio acionada a 2,8atm. A pressão de trabalho foi mantida próxima ao limite operacional, assegurando um padrão uniforme de névoa fina. A constância na velocidade de aplicação e na distância em relação aos frutos contribuiu para a padronização do volume pulverizado.

Após quinze dias da última aplicação, no período da manhã, foram colhidos os frutos com 75% de coloração vermelha, conforme metodologia de Andrade Júnior *et al.* (2016).

Esses frutos foram embalados com filme de policloreto de vinila (PVC) de 15μ em bandejas de isopor de 15cm x 15cm, com quatro frutos por bandeja e quatro repetições por tratamento de aplicação, também conforme a metodologia de Andrade Júnior *et al.* (2016).

As bandejas foram colocadas em bancadas em temperatura ambiente (média de 24°C e UR 85%) e foram avaliadas a cada três dias de armazenamento, sendo o dia da colheita o primeiro dia de avaliação. O delineamento experimental utilizado para as avaliações laboratoriais foi de blocos casualizados (DBC), com as bandejas dos seis tratamentos de doses de silício (0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5mL.L⁻¹), avaliadas ao longo de três períodos de armazenamento (0, 3 e 6 dias após a colheita), com quatro repetições.

As características avaliadas foram: sólidos solúveis, firmeza de polpa, escurecimento das sépalas, cor dos frutos com espectrofotômetro e escala visual. A análise de sólidos solúveis totais foi determinada no filtrado, com o auxílio de um refratômetro digital da marca Atago Pocket Refractometer, modelo PAL⁻¹, com ajuste automático de temperatura e os resultados expressos em graus brix (°Brix), conforme metodologia da Association of Official Analytical Chemistry (AOAC, 2000).

A firmeza de polpa foi determinada com uso de penetrômetro manual de alta precisão com leitura de 0 a 14N, munido de uma ponteira de 7,9mm, perfurando-se cada fruto em dois lados opostos. O escurecimento das sépalas

foi avaliado em uma escala de 1 a 3: 1 para <10%, 2 para 10–40% e 3 para >40% da área escurecida e necrosada, conforme Brackmann *et al.* (2001).

A cor visual dos frutos foi avaliada em uma escala de 1 a 3: 1 para menos de 75% da epiderme vermelha, 2 para 75–95% e 3 para mais de 95% de cobertura vermelha, conforme Brackmann *et al.* (2001).

A cor dos frutos de morango foi determinada com um espectrofotômetro portátil Konica Minolta (CM-2300) no sistema CIELab, medindo: L^* (luminosidade, de 0 [preto] a 100 [branco]), a^* (cromaticidade verde a vermelho) e b^* (cromaticidade azul a amarelo) (Gennadios; Hanna; Kurth, 1997).

As análises estatísticas foram realizadas com o Sisvar® (Ferreira, 2019), utilizando análise de variância em delineamento em blocos casualizados com parcelas subdivididas, comparando os efeitos das doses de silício (parcelas) ao longo do armazenamento (subparcelas). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Características de escurecimento de sépalas e cor visual dos frutos foram avaliadas por estatística não paramétrica, pelo teste de Kruskal-Wallis, com o software Real Statistics (Zaoit, 2024).

Resultados e discussão

A suplementação com Si apresentou pouco efeito sobre os sólidos solúveis, a firmeza e os parâmetros colorimétricos (L^* , a^* e b^*). Entre os tempos de armazenamento, observou-se diferença significativa entre os tratamentos, sendo que na primeira avaliação (zero dia) foram observados os maiores valores, com médias de 7,82°Brix para sólidos solúveis, 3,85N para firmeza, 40,47 para L^* , 36,23 para a^* e 26,11 para b^* (Tabela 1).

Para a variável sólidos solúveis, observou-se diferença significativa entre as doses de silício, apenas na avaliação ao terceiro dia. As doses T3 (3,0mL L⁻¹) e T4 (4,5mL L⁻¹) resultaram nos maiores valores de °Brix, 6,67 e 6,51, respectivamente (Tabela 1).

O teor de sólidos solúveis é uma característica importante no consumo de frutas, especialmente *in natura*, pois reflete a quantidade de açúcares e ácidos, além de pequenas quantidades de vita-

minas, frutanos, proteínas, pigmentos, compostos fenólicos e minerais. Assim, é um dado fundamental para avaliar a maturação e a qualidade dos frutos, por estar relacionado ao sabor, ao valor calórico e ao nível de aceitação pelos consumidores (Basak *et al.*, 2022).

Quanto à firmeza dos frutos, observou-se diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 1). Na avaliação inicial (zero dias), a dose T6 (7,5mL L⁻¹) proporcionou maior firmeza, com 4,42N. Após três dias de armazenamento, apenas as doses T3 (3,0mL L⁻¹) e T6 (7,5mL L⁻¹) diferiram significativamente do controle, com valores de 3,12 e 3,21N, respectivamente. Aos seis dias de armazenamento, não foram verificadas diferenças entre as doses de silício.

A perda gradual da firmeza ou o amolecimento da polpa ocorrem como consequência natural do amadurecimento. Para a ativação do metabolismo celular há o consumo de açúcar, por meio da respiração, que produz CO₂ e estimula a síntese de etileno, hormônio regulador do amadurecimento. Assim, as enzimas envolvidas na maturação possuem condições satisfatórias para atuar na parede celular, diminuindo a firmeza dos frutos (Munaretto *et al.*, 2018).

Para os parâmetros de coloração (L^* , a^* e b^*) dos frutos de morango, a aplicação de silício resultou em diferença significativa apenas na avaliação realizada aos três dias de armazenamento. Nessa ocasião, a dose T3 (3,0mL L⁻¹) apresentou os melhores resultados, com valores de 34,66 para L^* , 32,40 para a^* e 19,01 para b^* (Tabela 1).

No sistema CIELab (L^* , a^* e b^*), verificou-se que os frutos apresentaram valores no primeiro quadrante, com a^* e b^* positivos, indicando tonalidades vermelhas e amareladas. Durante o armazenamento, ambos os parâmetros diminuíram, evidenciando a perda de coloração, possivelmente associada à degradação e oxidação de compostos bioativos, que levam à formação de pigmentos escurecidos (Dionisio *et al.*, 2016). De forma semelhante, o parâmetro L^* também se reduziu, refletindo menor luminosidade e o progressivo escurecimento dos frutos ao longo do período de armazenamento.

A cor é um atributo fundamental para a avaliação da qualidade e para a determinação da vida útil dos frutos,

influenciando diretamente as expectativas sensoriais e hedônicas dos consumidores durante a seleção, compra e consumo dos morangos. A análise instrumental da cor é, portanto, de grande relevância, pois variações nesse parâmetro podem levar à rejeição do produto ainda nas prateleiras (Castro *et al.*, 2015; Da Silva Simão *et al.*, 2022).

As características de escurecimento de sépalas e de cor visual dos frutos, avaliadas por meio de notas de aparência, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos com suplementação de silício. Em todas as análises, os valores de P foram superiores a 0,05, indicando ausência de efeito das doses aplicadas sobre esses parâmetros (Tabela 2).

A presença, a coloração e o frescor das sépalas são atributos relevantes na avaliação da qualidade dos morangos, uma vez que os frutos são colhidos, armazenados e comercializados com as sépalas, as quais contribuem para maior vida de prateleira (Wang *et al.*, 2024; Ye *et al.*, 2024). A deterioração em temperatura ambiente constitui um dos principais desafios da pós-colheita, pois a perda acelerada de umidade compromete rapidamente a aparência, a textura e o valor nutricional dos frutos, resultando em prejuízos econômicos expressivos (Farnezi *et al.*, 2023). Segundo Guimarães *et al.* (2014), em condições ambientais (temperatura média 17,4 ± 2,6°C e umidade relativa 74,1 ± 10,4), os frutos de morangos podem ser armazenados por até três dias.

A ausência de efeito significativo da suplementação de Si nas diferentes doses observada neste estudo contrasta com relatos da literatura. O silício pode promover o acúmulo de sacarose, aumentar a biomassa dos frutos e a produtividade da cultura, além de favorecer a resistência e o acúmulo de pigmentos com proteínas, minerais e açúcares (Munaretto *et al.*, 2018; Xu *et al.*, 2023a).

Essa divergência pode ser explicada pelas condições de cultivo adotadas neste experimento, como o armazenamento em temperatura ambiente. Observa-se que ocorreu perda de qualidade nos frutos armazenados em função do rápido amadurecimento, mesmo com a aplicação foliar de silício.

O uso da refrigeração pode aumentar significativamente o tempo de con-

Tabela 1. Sólidos solúveis, firmeza, parâmetros colorimétricos L*, a* e b*, dos frutos de morango da cultivar Albion, em função das doses de silício, ao longo do tempo de armazenamento
 Table 1. Soluble solids, firmness, colorimetric parameters L*, a* and b*, of strawberry fruits of the Albion cultivar, as a function of silicon doses, over the storage time

Sólidos Solúveis (°Brix)						
	T1 0,0mL L ⁻¹	T2 1,5mL L ⁻¹	T3 3,0mL L ⁻¹	T4 4,5mL L ⁻¹	T5 6,0mL L ⁻¹	T6 7,5mL L ⁻¹
0º Dia	7,25 aA	7,80 aA	7,56 aA	8,47 aA	8,10 aA	7,76 aA
3º Dia	4,58 bB	4,93 bB	6,67 aB	6,51 aB	4,97 bB	5,42 abB
6º Dia	2,18 aC	2,45 aC	2,30 aC	3,31 aC	3,12 aC	2,74 aC
Firmeza (N)						
	T1 0,0mL L ⁻¹	T2 1,5mL L ⁻¹	T3 3,0mL L ⁻¹	T4 4,5mL L ⁻¹	T5 6,0mL L ⁻¹	T6 7,5mL L ⁻¹
0º Dia	3,32 bA	4,01 abA	3,61 abA	3,75 abA	4,03 abA	4,42 aA
3º Dia	2,13 bB	2,46 abB	3,12 aB	3,00 abB	2,31 abB	3,21 aB
6º Dia	1,47 aC	1,33 aC	1,59 aC	1,53 aC	2,02 aC	1,56 aC
L*						
	T1 0,0mL L ⁻¹	T2 1,5mL L ⁻¹	T3 3,0mL L ⁻¹	T4 4,5mL L ⁻¹	T5 6,0mL L ⁻¹	T6 7,5mL L ⁻¹
0º Dia	38,94 aA	42,81 aA	37,70 aA	39,95 aA	41,28 aA	42,18 aA
3º Dia	24,94 bB	24,91 bB	34,66 aB	29,76 abB	23,44 bB	28,03 abB
6º Dia	11,57 aC	10,09 aC	10,02 aC	14,44 aC	14,02 aC	11,36 aC
a*						
	T1 0,0mL L ⁻¹	T2 1,5mL L ⁻¹	T3 3,0mL L ⁻¹	T4 4,5mL L ⁻¹	T5 6,0mL L ⁻¹	T6 7,5mL L ⁻¹
0º Dia	35,80 aA	35,44 aA	35,52 aA	36,31 aA	36,93 aA	37,42 aA
3º Dia	23,71 bB	24,27 bB	32,40 aB	28,50 abB	23,00 bB	26,60 abB
6º Dia	10,90 aC	8,05 aC	9,43 aC	13,55 aC	13,88 aC	11,83 aC
b*						
	T1 0,0mL L ⁻¹	T2 1,5mL L ⁻¹	T3 3,0mL L ⁻¹	T4 4,5mL L ⁻¹	T5 6,0mL L ⁻¹	T6 7,5mL L ⁻¹
0º Dia	24,12 aA	27,00 aA	25,50 aA	25,16 aA	26,61 aA	28,28 aA
3º Dia	14,90 abB	15,20 abB	19,01 aB	18,03 abB	14,04 bB	16,38 abB
6º Dia	6,44 aC	4,72 aC	7,53 aC	5,65 aC	7,88 aC	6,74 aC

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
 Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

*Means followed by the same lowercase letter in the row and uppercase letter in the column do not differ significantly from each other by Tukey's test at a 5% probability level.
 Source: authors (2024).

servação e a qualidade dos frutos, sendo responsável por manter características qualitativas importantes, como firmeza, sabor e frescor, além de minimizar as perdas pós-colheita (Priyadarshi *et al.*, 2024). Porém Munaretto *et al.*, (2018) observaram redução na firmeza da polpa após o período de armazenamento sob refrigeração de 7,77N para 6,63N, mostrando que a aplicação de silício alinhada à refrigeração foi eficiente para a manutenção desse parâmetro.

Os efeitos da aplicação de Si dependem de diversos fatores, como a forma do nutriente, a dose aplicada, o método de aplicação e as condições ambientais (Somma *et al.*, 2025). Somma *et*

al., (2025) observaram que a aplicação de silício não afetou a produtividade, a qualidade comercial e o perfil nutracêutico do morango. Dehghanipoodeh *et al.*, (2016) observou que a suplementação de Si aumentou a firmeza dos frutos, porém não afetou o teor de sólidos solúveis totais. Já Valentinuzzi *et al.* (2018) não observou efeito da aplicação de Si na firmeza dos frutos. Munaretto *et al.*, (2018) também observaram que o teor de sólidos solúveis, a relação SS/TA e o teor de ácido ascórbico não foram influenciados pelas doses de silício.

O silício é depositado nas plantas em forma de ácido silícico polimerizado, então se torna imóvel não se redistribuin-

do na planta, devido à sua reduzida solubilização. Por esse motivo, pode ocorrer que o silício tenha ficado depositado na epiderme foliar e não alcançado os frutos (Duarte *et al.*, 2024).

Embora não tenha sido observado neste estudo um efeito pronunciado da adubação foliar, o tratamento 3,0mL L⁻¹ de Si teve maior eficiência na manutenção dos atributos de qualidade aqui avaliados, principalmente até o 3º dia de avaliação.

Conclusão

- A suplementação foliar com silício não apresentou efeito durante o arma-

Tabela 2. Escala de notas para as características de escurecimento de sépalas e cor visual dos frutos de morango cultivar Albion, em função das doses de silício, ao longo do tempo de armazenamento
 Table 2. Scale of grades for the characteristics of sepal darkening and visual color of strawberry fruits of the Albion cultivar, as a function of silicon doses, over the storage period

Escurecimento de sépalas							
	T1 0,0mL L ⁻¹	T2 1,5mL L ⁻¹	T3 3,0mL L ⁻¹	T4 4,5mL L ⁻¹	T5 6,0mL L ⁻¹	T6 7,5mL L ⁻¹	p-value
1º Dia	1	1	1	1	1	1	_*
3º Dia	1	1	1	1	1	1	0,2
6º Dia	3	3	3	3	3	3	0,91
Cor visual							
	T1 0,0mL L ⁻¹	T2 1,5mL L ⁻¹	T3 3,0mL L ⁻¹	T4 4,5mL L ⁻¹	T5 6,0mL L ⁻¹	T6 7,5mL L ⁻¹	p-value
1º Dia	3	3	3	3	3	3	0,13
3º Dia	3	3	3	3	3	3	_*
6º Dia	3	3	3	3	3	3	_*

*sem variação dos dados.
 Fonte: autores (2024).
 *no variation in data.
 Source: authors (2024).

zenamento sobre sólidos solúveis, firmeza, coloração e aparência das sépalas dos morangos. Entre as doses, 3,0mL L⁻¹ mostrou maior eficiência na preservação da qualidade até o terceiro dia de armazenamento;
 - A baixa resposta pode ser atribuída às condições de cultivo e ao armazenamento em temperatura ambiente, ao rápido amadurecimento dos frutos e à limitada mobilidade do silício na planta.

Contribuição dos autores

Maria Gabrielle Borges: Investigação, Curadoria dos dados, Escrita – primeira redação; **Marcelo Henrique Avelar Mendes:** Escrita – revisão e edição, Análise Formal; **Evando Luiz Coelho:** Metodologia, Validação; **Sindynara Ferreira:** Supervisão, Administração do projeto.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses neste trabalho.

Dados da pesquisa

Os dados serão disponibilizados pelo autor mediante solicitação.

Financiamento

Á CAPES, ao CNPq e à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

Referências

ANDRADE JUNIOR, V. C.; GUIMARÃES, A. G.; AZEVEDO, A. M.; PINTO, N. A. V. D.; FERREIRA, M. A. M. Postharvest conservation of strawberry fruits at different storage conditions. **Horticultura Brasileira**, v.34, n.3, 2016, p. 405-411, 2016. DOI: 10.1590/S0102-05362016003016

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis of the association on analytical chemistry**. 12 ed. Washington: AOAC, 2000. 1015p.

BASAK, J. K.; MADHAVI, B. G. K.; PAUDEL, B.; KIM, N.E.; KIM, H.T. Prediction of total soluble solids and pH of strawberry fruits using RGB, HSV and HSL colour spaces and machine learning models. **Foods**, v.11, n.14, p. 2086, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11142086>

BRACKMANN, A.; HUNSCHKE, M.; WACLAWOVSKI, A.; DONAZZOLO, J. Armazenamento de morangos cv. Oso Grande (*Fragaria ananassa* L.) sob elevadas pressões parciais de CO₂. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7, n. 1, p. 10-14, 2001.

CASTRO, T.M.N.; ZAMBONI, P.V.; DOVADO NI, S.; CUNHA NETO, A.; RODRIGUES, L. J. Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.74, n.4, p.426-436, 2015.

CLIMATE DATA. **Climate data for cities worldwide**. Disponível em: <https://en.climate-data.org/>. Acesso em: 15 ago. 2024.

DA SILVA SIMÃO, R.; DE MORAES, J.O.; LOPES, J.B.; FRABETTI, A.C.C.; CARCIOFI, B.A.M.; LAURINDO, J.B. Survival analysis to predict how color influences the shelf life of strawberry leather. **Foods**, v.11, n.2, p. 218, 2022.DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11020218>

DELAZERI, E.E.; SCHIAVON, A.V.; BECKER, T.B.; BONOW, S.; CANTILLANO, R.F.F.; ANTUNES, L.E.C. Physical and quality fruit parameters of new strawberry genotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 59, p. e03462, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2024.v59.03462>

DEHGHANIPOODEH, S.; GHOBADI, C.; BANINASAB, B.; GHEYSARI, M.; BIDABADI, S. S.. Effects of potassium silicate and nanosilica on quantitative and qualitative characteristics of a commercial strawberry (*fragaria x ananassa* cv. ‘camarosa’). **Journal Of Plant Nutrition**, v. 39, n. 4, p. 502-507, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01904167.2015.1086789>

DIONISIO, A. P.; WURLITZER, N.J.; GOES, T. S.; BORGES, M. F.; GARRUTI, D.; ARAÚJO, I.M.S. Estabilidade de uma bebida funcional de frutas tropicais e yacon (*Smallanthus sonchifolius*) durante o armazenamento sob refrigeração. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.66, n.2, p. 148-155, 2016.

DUARTE, G. N.; DE BARROS, H. E. A.; NATARELLI, C. V. L.; DOS SANTOS, J. P.; DE ANDRADE, L. I. F.; MENDES, M. H. A.; RIBEIRO, N. G.; ARAÚJO, A. B. S.; OSSANI, P. C.; CARVALHO, E. E. N.; RESENDE, L. V. Neural networks in evaluating the post-harvest quality of stra-

- wberries fertilized with calcium and/or leaf silicon. **Food and Humanity**, v. 3, p. 100429, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100429>
- FARNEZI, P. K. B.; DE OLIVEIRA, L. L.; SARDINHA, L.T.; FRANÇA, A.C.; MACHADO, C. M. M.; MACEDO, L. A. Influência de fertilizantes organominerais fosfatados sobre o crescimento e produção de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Revista Ciência Agrícola**, v. 21, p. e12060-e12060, 2023. DOI: <https://doi.org/10.28998/rca.21.12060>
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. DOI: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- GENNADIOS, A.; HANNA, M. A.; KURTH, L. B. Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review. **Food Science and Technology-Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v.30, n.4, p. 337-350, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1006/fstl.1996.0202>
- GUARÇONI, A.; ESPOSTI, M. D. D.; CAETANO, L. C. S. Doses de nitrogênio e potássio para fertirrigação do morangueiro e sua influência em características químicas do solo. **Scientia Plena**, v. 19, n. 8, 080201, 2023. DOI: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2023.080201>
- GUIMARÃES, A. G.; OLIVEIRA, C. M.; VIEIRA, G.; PINTO, N. A. V. D. Qualidade Físicas e Químicas de Morango Passa em Diferentes Embalagens. **Engenharia na Agricultura**, v. 22, n. 4, p. 306-316, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.13083/1414-3984.v22n04a03>
- MIR, R. A.; BHAT, B. A.; YOUSUF, H.; ISLAM, S. T.; RAZA, A.; RIZVI, M. A.; CHARAGH, S.; ALBAQAMI, M.; SOFI, P. A.; ZARGAR, S. M.. Multidimensional Role of Silicon to Activate Resilient Plant Growth and to Mitigate Abiotic Stress. **Frontiers In Plant Science**, v. 13, n. 1, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2022.819658>
- MUNARETTO, L. M.; BOTELHO, R. V.; RESENDE, J. T. V.; SCHWARZ, K.; SATO, A. J. Productivity and quality of organic strawberries pre-harvest treated with silicon. **Horticultura Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 40-46, mar. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-053620180107>
- NEUWALD, D. A.; GRÖTZINGER, M.; WOOD, R.; KITTEMANN, D.; WÜNSCHE, J. Comparação de duas estratégias de manuseio pós-colheita de morango: frutas resfriadas rapidamente ou não resfriadas para o distribuidor. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MORANGO**, 9., 2021. p. 835-840. DOI: <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1309.119>
- PEREIRA, M.A.; LIMA, L.F.; DE SOUZA, D.C.; RESENDE, L.V. Productivity of experimental strawberry clones for alfenas-mg. **Colloquium Agrariae**, v. 18, n. 1, p.46-52, 2022. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/4108>. Acesso em: 1 dez. 2025.
- PRIYADARSHI, R.; JAYAKUMAR, A.; SOUZA, C. K. de; RHIM, J-W.; KIM, J T. Advances in strawberry postharvest preservation and packaging: a comprehensive review. **Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety**, v. 23, n. 4, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4337.13417>
- QUARSHI, H.Q.; AHMED, W.; AZMANT, R.; CHENDOUH-BRAHMI, N.; QUYYUM, A.; AB-BAS, A. Post-harvest problems of strawberry and their solutions. In: Recent studies on strawberries. **IntechOpen**, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.102963>
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. (ed.) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª Aproximação. 1999, 359 p.
- SILVA, A. D. da; PIO, R.; REIS, L. A. C.; AFRIDI, M. S.; SUÁREZ, N. F.; PECHE, P. M.; RIBEIRO, C. H. M. Silicon application for the production and quality of raspberry fruit in a subtropical region. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 58, n. 1, p. 1-10, 2023a. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2023.v58.03371>
- SILVA, L. R. da; CAMPOS, A.A.A.; MOREIRA, L.C.; BARRAL, D.M.; ANDRADE, G.F.P. de; GUIMARÃES, A.G.; SILVA, I. M. da; TANNURE, M. P.; PINTO, N. A. V. D.; COSTA, M. R. da; ZANUNCIO, J.C. Agronomic characteristics and postharvest quality of strawberry in a semi-hydroponic cultivation system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.59, e03384, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2024.v59.03384>
- SILVA, T.; UMBURANAS, R. C.; GARCIA, C.; BENNEMANN, G. D.; GILONI-LIMA, P. C.; RUSIN, C.; SOUSA, A. J. de; BOTELHO, R. V.. Agronomic, Physiological, and Post-Harvest Aspects of Different Blueberry Cultivars Treated with Silicon. **Communicata Scientiae**, v. 14, n. 1, 2023b. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/cs.v14.4043>
- SOMMA, A.; BONELLI, L.; D'IMPERIO, M.; MONTESANO, F. F.; BLANDO, F.; SANTAMARIA, P.; SERIO, F.; GONNELLA, M.. Silicon partitioning and accumulation in agronomic biofortification of strawberry (*Fragaria x ananassa*) cv. Sabrosa grown in soilless system. **Scientia Horticulturae**, v. 350, n. 1, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sci-enta.2025.114322>
- VALENTINUZZI, F.; COLOGNA, K.; PII, Y.; MIMMO, T.; CESCO, S. Assessment of silicon biofortification and its effect on the content of bioactive compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* 'Elsanta') fruits. **Acta Horticulturae**, n. 1217, p. 307-312, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.17660/actahortic.2018.1217.38>
- VALENTINUZZI F.; PII Y.; BORRUSO L.; MIMMO T.; PUGLISI E.; TREVISAN M.; CESCO S. Epiphytic Microbial Community and Post-Harvest Characteristics of Strawberry Fruits as Affected by Plant Nutritional Regime with Silicon. **Agronomy**. 2021; 11(12):2407. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122407>
- WANG, L.; LIU, J.; LI, M.; LIU, L.; ZHENG, Y.; ZHANG, H. β -aminobutyric acid effectively postpones senescence of strawberry fruit by regulating metabolism of NO, H₂S, ascorbic acid, and ABA. **Horticulturae**, v.10, n.3, p.218, 2024. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10030218>
- XU, X.; ZOU, G.; LI, Y.; SUN, Y.; LIU, F. Silicon application improves strawberry plant antioxidation ability and fruit nutrition under both full and deficit irrigation. **Scientia Horticulturae**, [S.L.], v. 309, n. 1, fev. 2023a. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sci-enta.2022.111684>.
- XU, X.; ZHANG, Y.; LI, Y.; LIAO, S.; SUN, Y.; LIU, F. Supplemental light and silicon improved strawberry fruit size and sugars concentration under both full and deficit irrigation. **Scientia Horticulturae**, [S.L.], v. 313, n. 1, abr. 2023b. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sci-enta.2023.111912>.
- YE, R.; SHAO, G.; GAO, Q.; ZHANG, H.; LI, T. CR-YOLOv9: improved YOLOv9 multi-stage strawberry fruit maturity detection application integrated with CRNET. **Foods**, v. 13, n. 16, p. 2571, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13162571>
- ZAOINT, C. **Real statistics resource pack software (Release 7.6)**. Copyright (2013-2021). Disponível em: <https://real-statistics.com/free-download/real-statistics-resource-pack/>. Acesso em: 14 ago. 2024.
- ZHANG L.; SUN C. ; TIAN H. ; XU J. ; WU X. Foliar spraying of boron prolongs preservation period of strawberry fruits by altering boron form and boron distribution in cell. **Frontiers in Plant Science**, v. 15, p. 1457694, 2024. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1457694>