

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
CURSO DE AGRONOMIA**

EDUARDA ELISA PASINI

**INTERAÇÃO ENTRE A EXCLUSÃO DE MICRONUTRIENTES, APLICAÇÃO DE
SILICATO DE POTÁSSIO NO DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DA
CULTURA DO MORANGO**

ERECHIM

2026

EDUARDA ELISA PASINI

**INTERAÇÃO ENTRE A EXCLUSÃO DE MICRONUTRIENTES, APLICAÇÃO DE
SILICATO DE POTÁSSIO NO DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DA
CULTURA DO MORANGO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Hugo von Linsingen Piazzetta

ERECHIM

2026

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Pasini, Eduarda Elisa
INTERAÇÃO ENTRE A EXCLUSÃO DE MICRONUTRIENTES,
APLICAÇÃO DE SILICATO DE POTÁSSIO NO DESENVOLVIMENTO E
QUALIDADE DA CULTURA DO MORANGO / Eduarda Elisa Pasini.
-- 2026.
52 f.:il.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Von Linsingen Piazzetta

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Erechim, RS, 2026.

I. Piazzetta, Prof. Dr. Hugo Von Linsingen, orient.
II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

EDUARDA ELISA PASINI

INTERAÇÃO ENTRE A EXCLUSÃO DE MICRONUTRIENTES, APLICAÇÃO DE
SILICATO DE POTÁSSIO NO DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DA
CULTURA DO MORANGO

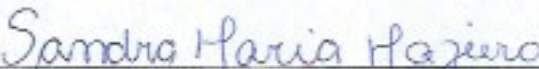
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso
de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul
(UFFS), como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 30/06/2026.

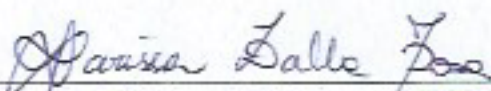
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Hugo Von Linsingen Piazzetta – UFFS
Orientador



Prof.ª Dr.ª Sandra Maria Maziero – UFFS
Avaliador



Prof.ª Dr.ª Clarissa Dalla Rosa – UFFS
Avaliador

Dedico este trabalho a Deus, fonte de força e luz que orienta meus passos. Aos meus pais, meu namorado e meus irmãos pilares de amor e exemplo, cuja dedicação e apoio incansáveis sustentaram minha jornada. A todos, minha eterna gratidão por tornarem possível a realização desta conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder forças para superar cada desafio e chegar até aqui.

À minha mãe, Elenir, e ao meu pai, João, expresso meu eterno amor e gratidão. Obrigada pelo apoio, incentivo e sacrifícios ao longo da minha vida. Vocês são minha base e meu porto seguro.

Ao meu namorado Marcelo, companheiro de vida e de sonhos, pela parceria que me fortalece e pelo apoio diário que tornou cada passo desta caminhada mais leve e cheio de significado.

Aos meus irmãos Jean, Naiane e Arthur, pela união, companheirismo e por estarem sempre ao meu lado, nos momentos bons e nos difíceis.

À minha família, que sempre acreditou em mim e esteve presente nas conquistas e nos desafios. O suporte de vocês foi essencial.

Aos meus amigos Isabel Cátia Scherpinski, Giseli Sobolevski e Audryn Agda de Souza, pela amizade verdadeira, pelas conversas que aliviaram o peso da caminhada e pelo apoio nos momentos decisivos, sou profundamente grata por ter vocês ao meu lado nesta jornada.

Ao meu orientador, Hugo von Linsingen Piazzetta, pela dedicação, paciência e comprometimento. Sua orientação foi fundamental para a realização deste TCC.

E a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta etapa da minha vida, deixo meu sincero e profundo agradecimento.

“A persistência é o caminho do êxito; e mesmo quando tudo parece difícil, é a coragem de continuar que nos leva a alcançar aquilo que parecia impossível.”
(Charlie Chaplin).

RESUMO

O morango destaca-se no mercado global por suas características sensoriais marcantes, como coloração vermelha intensa, aroma agradável e sabor doce com leve acidez. O manejo adequado da adubação é fundamental para garantir o desenvolvimento, a produtividade e a qualidade dos frutos. O objetivo deste trabalho foi verificar a influência dos micronutrientes manganês, ferro e boro aplicados via fertirrigação, bem como silicato de potássio, sobre os aspectos morfológicos, fisiológicos, produtivos e qualitativos da cultura do morango. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no campus Erechim da Universidade Federal da Fronteira Sul, utilizando a cultivar *San Andreas*. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com oito repetições, em esquema fatorial 4 x 2, totalizando 32 unidades experimentais. Cada unidade foi composta por um *slab* contendo duas mudas de morango, perfazendo um total de 64 plantas. Os tratamentos consistiram na exclusão de micronutrientes, com os seguintes níveis: (1) calda de fertirrigação completa; (2) calda de fertirrigação sem boro; (3) calda de fertirrigação sem manganês; e (4) calda de fertirrigação sem ferro. Para o fator aplicação de silicato de potássio via fertirrigação, foram considerados dois níveis: com e sem aplicação do produto. As variáveis avaliadas incluíram crescimento (altura da planta), produção (número de frutos, número de flores, produtividade e peso dos frutos) e qualidade dos frutos (teor de sólidos solúveis - Brix°). Os resultados demonstraram que a exclusão dos micronutrientes boro, manganês e ferro não promoveu alterações estatisticamente significativas na maioria das variáveis avaliadas. A aplicação de silicato de potássio proporcionou incremento significativo no número de frutos por planta, além de apresentar tendência de aumento na produtividade e no pegamento de frutos, especialmente nos tratamentos submetidos à omissão de ferro. As variáveis fisiológicas relacionadas às trocas gasosas, aos teores de clorofila e à eficiência do uso da água mantiveram-se estáveis entre os tratamentos, evidenciando que as omissões nutricionais e a aplicação de silicato não comprometeram o funcionamento fisiológico do morangueiro nas condições avaliadas. Além disso, a cultivar *San Andreas* demonstrou elevada resiliência homeostática, conseguindo manter seus parâmetros fisiológicos basais mesmo sob omissão temporária de micronutrientes, o que reforça sua robustez e capacidade adaptativa. Esse comportamento, aliado ao incremento proporcionado pelo silicato de potássio, evidencia o potencial desse insumo como ferramenta complementar no manejo nutricional do morangueiro.

Palavras-chave: cultivar *San Andreas*, micronutrientes e silicato de potássio

ABSTRACT

Strawberry stands out in the global market for its remarkable sensory characteristics, such as intense red coloration, pleasant aroma, and sweet flavor with slight acidity. Proper fertilization management is essential to ensure plant development, productivity, and fruit quality. The objective of this study was to evaluate the influence of the micronutrients manganese, iron, and boron applied via fertigation, as well as potassium silicate, on the morphological, physiological, productive, and qualitative aspects of strawberry cultivation. The experiment was conducted in a greenhouse at the Erechim campus of the Federal University of Fronteira Sul, using the cultivar 'San Andreas'. The experimental design adopted was randomized blocks, with eight replications, in a 4×2 factorial scheme, totaling 32 experimental units. Each unit consisted of one slab containing two strawberry seedlings, resulting in a total of 64 plants. The treatments consisted of micronutrient exclusion, with the following levels: (1) complete fertigation solution; (2) fertigation solution without boron; (3) fertigation solution without manganese; and (4) fertigation solution without iron. For the potassium silicate application factor via fertigation, two levels were considered: with and without product application. The variables evaluated included growth (plant height), production (number of fruits, number of flowers, yield, and fruit weight), and fruit quality (soluble solids content, °Brix). The results showed that the exclusion of boron, manganese, and iron did not promote statistically significant changes in most of the variables evaluated. Potassium silicate application provided a significant increase in the number of fruits per plant, in addition to showing a trend of increased yield and fruit set, especially in treatments subjected to iron omission. Physiological variables related to gas exchange, chlorophyll content, and water use efficiency remained stable among treatments, evidencing that nutrient omissions and silicate application did not compromise the physiological functioning of strawberry plants under the evaluated conditions. Furthermore, the cultivar 'San Andreas' demonstrated high homeostatic resilience, maintaining its basal physiological parameters even under temporary micronutrient omission, which reinforces its robustness and adaptive capacity. This behavior, combined with the increment provided by potassium silicate, highlights the potential of this input as a complementary tool in the nutritional management of strawberry crops.

Keywords: San Andreas cultivar, micronutrients, potassium silicate.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Evolução temporal da altura de planta de morangueiro (*Fragaria x ananassa* cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes (a) Solução nutritiva completa; (b) Omissão de Boro (-B); (c) Omissão de Manganês (-Mn); e (d) Omissão de Ferro (-Fe). Com e sem aplicação de silicato de potássio via fertirrigação. Erechim, 2026.....19
- Figura 2 - Evolução temporal do número de folhas expandidas em morangueiro (*Fragaria x ananassa* cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes (a) Solução nutritiva completa; (b) Omissão de Boro (-B); (c) Omissão de Manganês (-Mn); e (d) Omissão de Ferro (-Fe). Com e sem aplicação de silicato de potássio via fertirrigação. Erechim, 2026..... 19
- Figura 3 - Evolução temporal do número acumulado de flores de morangueiro (*Fragaria x ananassa* cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes (a) Solução nutritiva completa; (b) Omissão de Boro (-B); (c) Omissão de Manganês (-Mn); e (d) Omissão de Ferro (-Fe). Com e sem aplicação de silicato de potássio via fertirrigação. Erechim, 2026.....20
- Figura 4 - Evolução temporal do número acumulado de frutos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes (a) Solução nutritiva completa; (b) Omissão de Boro (-B); (c) Omissão de Manganês (-Mn); e (d) Omissão de Ferro (-Fe). Com e sem aplicação de silicato de potássio via fertirrigação. Erechim, 2026.....21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Concentração dos nutrientes por litro de solução para fertirrigação do morango.....	16
Tabela 2 - Distribuição semanal das doses nutricionais aplicadas via fertirrigação em morangueiro.....	16
Tabela 3 - Taxa média de aparecimento de folhas (folhas dia ⁻¹) em morangueiro (<i>Fragaria x ananassa</i> cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes na calda de fertirrigação e aplicação de silicato de potássio via fertirrigação ao longo do ciclo experimental. Erechim, 2026.....	25
Tabela 4 - Número total de frutos e peso médio dos frutos (g fruto ⁻¹) de morangueiro (<i>Fragaria x ananassa</i> cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes na calda de fertirrigação e aplicação de silicato de potássio via fertirrigação. Erechim, 2026.....	25
Tabela 5 - Produtividade total (g planta ⁻¹) e pegamento de frutos (%) de morangueiro (<i>Fragaria x ananassa</i> cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes na calda de fertirrigação e aplicação via fertirrigação de silicato de potássio. Erechim, 2026.....	26
Tabela 6 - Índices de clorofila a clorofila b e clorofila total (unidades SPAD / ICF) em folhas de morangueiro (<i>Fragaria x ananassa</i> cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes na calda de fertirrigação e aplicação via fertirrigação de silicato de potássio. Erechim, 2026.....	28
Tabela 7 - Concentração interna CO ₂ (Ci - ppm) e taxa de transpiração (E – mmol m ⁻² s ⁻¹) em folhas de morangueiro (<i>Fragaria x ananassa</i> cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes na calda de fertirrigação e aplicação via fertirrigação de silicato de potássio. Erechim, 2026.....	29
Tabela 8 - Condutância estomática (gs - mol m ⁻² s ⁻¹) e taxa de fotossíntese líquida (A - μmol m ⁻² s ⁻¹) em folhas de morangueiro (<i>Fragaria x ananassa</i> cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes na calda de fertirrigação e aplicação via fertirrigação de silicato de potássio. Erechim, 2026.....	31

Tabela 9 - Eficiência no uso da água (EUA - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}^{-1}$) e eficiência intrínseca no uso da água (EUA _{int} - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol gs}^{-1}$) em folhas de morangueiro (<i>Fragaria x ananassa</i> cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes na calda de fertirrigação e aplicação via fertirrigação de silicato de potássio. Erechim, 2026.....	33
Tabela 10 - Eficiência Intrínseca de Carboxilação (A/Ci - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1} (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$) e Limitação Estomática da Fotossíntese (Lg - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol gs}^{-1}$) em folhas de morangueiro (<i>Fragaria x ananassa</i> cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes na calda de fertirrigação e aplicação via fertirrigação de silicato de potássio. Erechim, 2026.....	34
Tabela 11 – Teor de sólidos solúveis (°Brix) em frutos de morango (<i>Fragaria x ananassa</i> cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes na calda de fertirrigação e aplicação via fertirrigação de silicato de potássio ao longo do ciclo experimental. Erechim, 2026.....	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS.....	36
	APÊNDICE A – Registros Fotográficos do Experimento	42
	ANEXO A – Normas para a publicação na Revista Horticultura Brasileira	46

1 INTRODUÇÃO

O morango San Andreas é uma das frutas mais valorizadas no mercado global, destacando-se por suas características sensoriais marcantes, como coloração vermelha intensa, aroma agradável e sabor doce com leve acidez. Essas qualidades, aliadas à versatilidade de consumo, tornam a cultura do morangueiro uma alternativa promissora para pequenos e médios produtores. A produção mundial da fruta apresentou crescimento expressivo nos últimos anos, com aumento de 46% entre 2013 e 2019, passando de 7,8 milhões para mais de 12 milhões de toneladas. Os principais países produtores são China, Estados Unidos e México (Antunes et al., 2021).

No Brasil, o cultivo do morango ocupa cerca de 5.200 hectares, com produção anual superior a 200 mil toneladas, consolidando o país como o maior produtor da América do Sul (Embrapa, 2023). A cultura é predominante em pequenas propriedades rurais, especialmente nos estados do Sul e Sudeste, e tem se mostrado uma alternativa viável para diversificação agrícola, com destaque para os sistemas de cultivo fora do solo, como o semi-hidropônico. Esses sistemas oferecem vantagens como melhor ergonomia, maior controle fitossanitário e possibilidade de produção em períodos de entressafra, especialmente com o uso de cultivares de dias neutros, que não dependem do fotoperíodo para florescer (Antunes; Bonow, 2020; Santos, 2023).

Apesar dos avanços tecnológicos que permitem a oferta de morangos durante todo o ano, a produção ainda sofre variações sazonais. Entre janeiro e março, as altas temperaturas dificultam a floração e frutificação, reduzindo a oferta e elevando os preços pagos ao produtor. Já entre junho e outubro, há maior disponibilidade da fruta, o que provoca queda nos preços. Mesmo com essas oscilações, a demanda permanece elevada, como observado em 2020, quando o consumo aumentou mesmo com as restrições da pandemia. O Nordeste brasileiro registrou os maiores preços médios, enquanto os estados do Sul e Sudeste apresentaram valores mais baixos devido à maior oferta local (Antunes et al., 2021).

Diante da crescente demanda por frutos de alta qualidade e da necessidade de práticas agrícolas mais sustentáveis, novas estratégias vêm sendo estudadas para otimizar o desempenho agrônomo do morangueiro. Entre essas práticas, destaca-se a interação entre a exclusão de micronutrientes e a aplicação de silicato de potássio. A ausência de micronutrientes pode comprometer funções fisiológicas essenciais, afetando o crescimento e a produtividade das plantas. O silicato de potássio tem sido associado ao fortalecimento estrutural dos tecidos vegetais e à indução de resistência contra estresses abióticos.

Nesse cenário, estratégias de manejo nutricional têm sido estudadas para otimizar o desempenho agrônomo do morangueiro. A exclusão de micronutrientes como boro (B), ferro (Fe) e manganês (Mn) pode comprometer funções fisiológicas essenciais, afetando o crescimento e a produtividade das plantas. Por outro lado, a aplicação de silicato de potássio tem se mostrado promissora por fortalecer os tecidos vegetais e induzir resistência contra estresses abióticos (Carvalho Júnior, 2008).

Dessa forma, compreender a interação entre a exclusão de micronutrientes e a aplicação de silicato de potássio é fundamental para propor estratégias de manejo que maximizem a eficiência nutricional, melhorem a produtividade e a qualidade dos frutos. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos dessas três variáveis sobre o desenvolvimento vegetativo e a qualidade dos frutos do morangueiro, contribuindo para o aprimoramento técnico da cultura em sistemas protegidos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no campus da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), em Erechim – RS, durante o segundo semestre de 2025. Utilizou-se a cultura do morango (*Fragaria × ananassa* Duch.), cultivar San Andreas. As mudas foram adquiridas junto à Agropecuária Hidroplan, situada no município de Erechim, garantindo a padronização do material vegetal empregado no estudo. As plantas foram cultivadas em *slabs* construídos a partir de lona dupla face de polietileno com proteção UV, nas dimensões de 0,4 m x 0,26 m, com os lados selados de modo a manter a face branca para fora. Os *slabs* foram preenchidos com casca de arroz carbonizada, de acordo com as dimensões estabelecidas. Em cada unidade foram transplantadas duas mudas de morangueiro, espaçadas em 0,2 m. Para o manejo hídrico, foi utilizado hidrogel, sendo adicionados 15 g previamente hidratados em 500 mL de água por *slab*, aplicados de forma uniforme em todos os 32 *slabs* utilizados no experimento.

O delineamento experimental adotado foi em esquema fatorial 4×2 , em delineamento de blocos casualizados, com quatro tratamentos e oito repetições, totalizando 32 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi composta por um *slab* contendo duas mudas de morango, perfazendo um total de 64 mudas.

Considerou-se o fator exclusão de micronutrientes com os seguintes níveis: (1) calda de fertirrigação completa; (2) calda de fertirrigação sem boro; (3) calda de fertirrigação sem

manganês; e (4) calda de fertirrigação sem ferro. Para o fator aplicação de silicato de potássio via fertirrigação, foram adotados os níveis com e sem aplicação do produto.

Os *slabs* permaneceram sob irrigação constante, recebendo diariamente 500 mL de água, equivalente a uma lâmina de irrigação de 6,6 mm dia^{-1} . Para isso, foi posicionada uma garrafa PET de 2,0 L suspensa acima de cada *slab*. Na parte inferior da garrafa foi acoplado um gotejador com vazão de 2,0 L h^{-1} , o que permitiu o fluxo contínuo e controlado da água, garantindo a uniformidade da lâmina de irrigação aplicada às plantas, conforme o manejo hídrico previamente estabelecido. O hidrogel foi utilizado em todas as unidades experimentais com a finalidade de uniformizar a disponibilidade hídrica durante a condução do experimento, não sendo considerado fator de avaliação.

O setor onde o experimento foi conduzido teve o sistema de irrigação configurado para funcionar diariamente por 2 minutos, divididos em quatro ciclos de 45 segundos, permitindo que 500 mL de água fossem armazenados na garrafa. Na base da garrafa foi instalada uma equipo maxcrogotas, que atuou como gotejador. No centro de cada *slab*, foi posicionada uma mangueira destinada à condução e à distribuição uniforme da água às plantas. Esse sistema possibilitou o controle preciso da lâmina de irrigação, de acordo com o manejo hídrico previamente estabelecido.

As doses de macronutrientes aplicadas foram calculadas com base nas recomendações do Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. No experimento, a adubação foi realizada com diferentes nutrientes, aplicados em doses específicas e provenientes de distintas fontes. O nitrogênio (N) foi fornecido na dose de 270 kg ha^{-1} , utilizando como fontes o fosfato monoamônico (MAP), o nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) e a ureia ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, 45% N).

O fósforo (P_2O_5) foi aplicado na dose de 200 kg ha^{-1} , tendo como fonte o fosfato monoamônico (MAP). O potássio (K_2O) foi fornecido na dose de 420 kg ha^{-1} , proveniente do cloreto de potássio (KCl, 68% K_2O). O cálcio (Ca) foi aplicado na dose de 2,0 kg ha^{-1} , utilizando-se o nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) como fonte. O magnésio (Mg) foi fornecido na dose de 1,0 kg ha^{-1} .

O zinco (Zn) foi aplicado na dose de 0,1 kg ha^{-1} , proveniente do sulfato de zinco (ZnSO_4). O cobre (Cu) foi fornecido na dose de 5,0 kg ha^{-1} , utilizando-se o sulfato de cobre (CuSO_4). O molibdênio (Mo) foi aplicado na dose de 4,0 kg ha^{-1} , proveniente do molibdato de sódio (Na_2MoO_4). O ferro (Fe) foi fornecido na dose de 2,0 kg ha^{-1} , utilizando-se o sulfato ferroso (FeSO_4). O manganês (Mn) foi aplicado a partir do sulfato de manganês (MnSO_4), e o boro (B) foi fornecido por meio do tetraborato de sódio ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$).

Tabela 1 – Concentração dos nutrientes por litro de solução para fertirrigação do morango.

Micronutrientes	Fórmula Química	Dose (g/L)
Zinco (Zn)	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,338
Cobre (Cu)	$\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,151
Molibdênio (Mo)	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,00970
Ferro (Fe)	$\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,957
Manganês (Mn)	$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,473
Boro (B)	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,582
Macronutrientes		
MAP	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	28,568
Nitrato de Cálcio (Ca)	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	67,988
Cloreto de Potássio (KCl)	KCl	39,801
Sulfato de Magnésio (Mg)	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	15,601

As caldas de fertirrigação foram aplicadas semanalmente, e as doses foram fracionadas conforme a distribuição proporcional apresentada na Tabela 1 acima. No parcelamento do silicato de potássio (K_2SiO_3), as doses corresponderam a 2 ml por *slab*, aplicadas durante cinco semanas, iniciando-se no surgimento das primeiras flores.

Tabela 2 – Distribuição semanal das doses nutricionais aplicadas via fertirrigação em morangueiro.

Tratamentos	Descrição	Composição / Dosagem
T1	Solução Completa	30 ml
T2	Solução sem Ferro	25 ml
T3	Solução sem Boro	25 ml
T4	Solução sem Manganês	25 ml

As soluções nutritivas foram preparadas de modo que a aplicação de 25 - 30 ml por *slab* representasse as doses estabelecidas pela cultura, conforme tabela 1. No parcelamento do silicato de potássio (K_2SiO_3), as doses corresponderam a 2 ml por *slab*, aplicadas durante cinco semanas, iniciando-se no surgimento das primeiras flores por via de fertirrigação.

Para a avaliação do crescimento das plantas, a altura foi medida quinzenalmente com auxílio de uma trena, tomando-se como referência o colo da planta até o meristema apical. As medições foram realizadas a partir de 30 dias após o plantio e se estenderam até os 195 dias.

Para tanto, foi realizada a medida da base da planta junto ao substrato até a inserção de cinco folhas por planta, obtendo-se a média dessas medições. Ao mesmo tempo, foram contabilizadas as folhas completamente expandidas presentes em cada planta.

A determinação do teor de clorofila nas folhas foi realizada 90 dias após o plantio, utilizando um clorofilômetro Falker CFL2060, por meio da leitura em cinco folhas expandidas por planta e cálculo da média. As análises fisiológicas complementares foram conduzidas com auxílio de sistema IRGA, e os parâmetros foram obtidos pelas seguintes relações matemáticas: a taxa de fotossíntese líquida (A) foi expressa em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; a condutância estomática (gs) em $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; a concentração interna de CO_2 (Ci) em ppm; e a taxa de transpiração (E) em $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. A eficiência no uso da água (EUA) foi calculada pela razão entre a assimilação de carbono e a transpiração, conforme a fórmula $\text{EUA} = A / E$, enquanto a eficiência intrínseca no uso da água (EUAint) foi obtida pela relação $\text{EUAint} = A / \text{gs}$. A eficiência intrínseca de carboxilação (A/Ci) foi determinada pela razão entre a taxa de assimilação de CO_2 e a concentração interna de carbono, $A/\text{Ci} = A / \text{Ci}$. O índice de limitação estomática da fotossíntese (Lg) foi calculado pela proporção da limitação difusiva em relação ao total da assimilação, $\text{Lg} = 1 - (A / A_{\text{max}})$, em que A_{max} corresponde ao valor máximo potencial de assimilação obtido sob saturação de CO_2 . As avaliações foram realizadas no período da manhã, quando as condições ambientais são mais estáveis e minimizam variações nas leituras.

À medida que as plantas se desenvolveram, as flores começaram a aparecer, sendo datadas e quantificadas em cada *slab*. O número de frutos por planta foi obtido por meio da contagem de todos os frutos maduros colhidos durante a fase produtiva. Esses frutos foram pesados, permitindo o cálculo do peso médio e da produtividade total por planta. Simultaneamente, foram quantificados os frutos defeituosos, caracterizados por deformações, os quais foram descartados das avaliações. As colheitas foram realizadas até 195 dias após o plantio, abrangendo parte do período produtivo das plantas.

Para a determinação dos aspectos qualitativos dos frutos, foi utilizado o suco extraído dos frutos de cada unidade experimental, aplicando-se as metodologias descritas pelo *Instituto Adolfo Lutz* (2008). Para tanto, foram determinados o teor de sólidos solúveis totais (SST) por meio da metodologia do refratômetro, utilizando um refratômetro de Abbé, manual da marca Megabrix, com escala graduada em °Brix e precisão de 0,2%.

O controle de insetos foi realizado por meio de controle biológico, utilizando o fungo *Beauveria bassiana* na concentração de $1 \times 10^9 \text{ UFC/mL}$. As aplicações foram realizadas uma vez por semana, durante quatro semanas, para o manejo de lagartas, seguindo a dose recomendada de 3 a 5 mL por litro de água.

Com os dados obtidos, foi realizada a análise estatística a partir da aplicação dos testes de normalidade e homogeneidade. Posteriormente, foi aplicada a análise de variância para comparação dos tratamentos e interação entre fatores e, quando necessário, foi utilizado o teste de Tukey para comparação de médias, a fim de identificar diferenças significativas entre os tratamentos. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software estatístico Sigmaplot v.12.

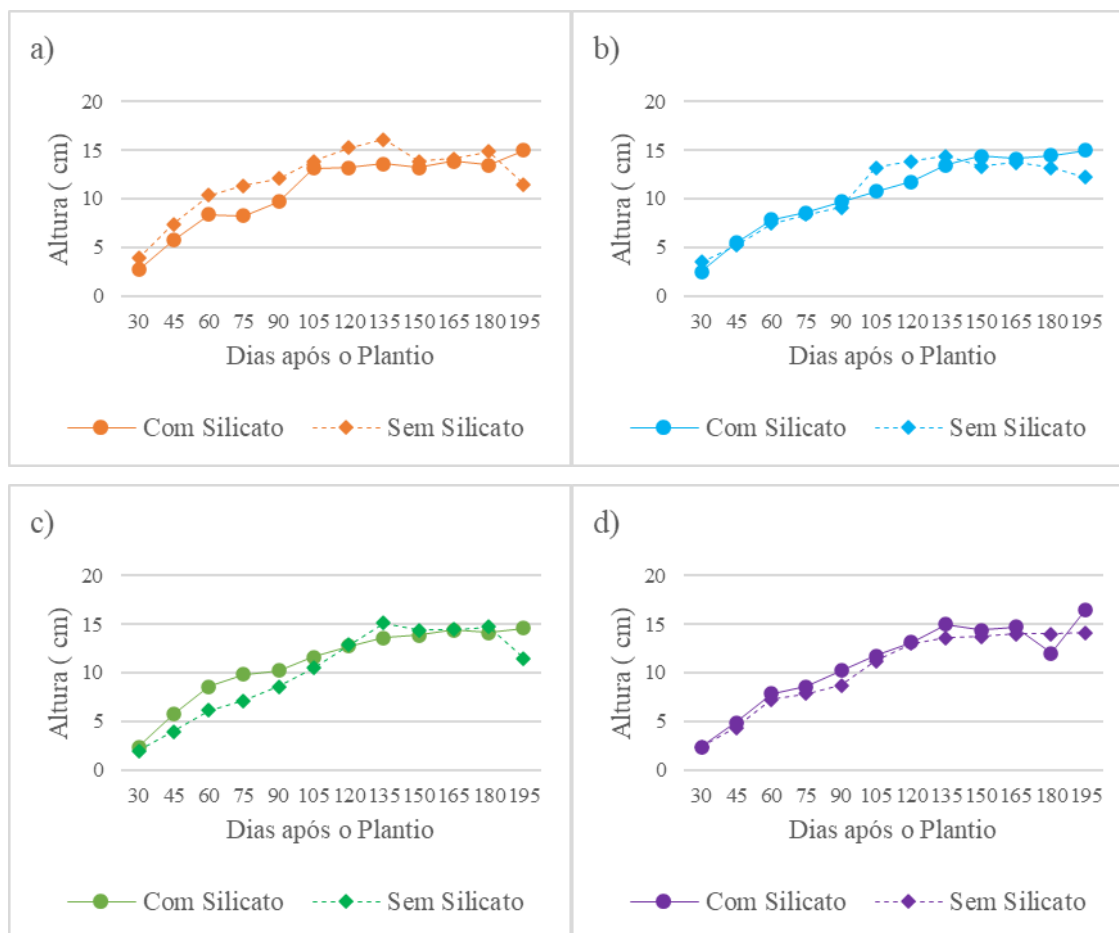
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do crescimento em altura das plantas ao longo do ciclo produtivo mostrou que a presença do silicato influenciou positivamente os ajustes morfológicos em condições de estresse nutricional (Figura 1). De modo geral, os tratamentos que receberam aplicação via fertirrigação de silicato apresentaram maior estabilidade de crescimento e menor tendência ao declínio vegetativo observado aos 195 dias após o plantio, em comparação aos tratamentos sem silício.

No tratamento completo (Figura 1a), o silício atuou como regulador da arquitetura das plantas, evitando o crescimento vertical excessivo nas fases reprodutivas iniciais (135 dias) e reduzindo a intensidade da senescência ao final do experimento. Esse efeito contribuiu para maior equilíbrio estrutural e prolongamento da fase produtiva (De Carvalho Júnior, 2008).

Nas omissões de boro e manganês (Figuras 1b e 1c), a aplicação de silicato foi essencial para manter o crescimento e a sustentabilidade das plantas nos períodos de maior exigência metabólica. Dessa forma, o silício reduziu o colapso estrutural apical característico da deficiência crônica desses nutrientes, garantindo maior vigor e estabilidade ao longo do ciclo.

Figura 1 - Evolução temporal da altura de planta de morangueiro (*Fragaria x ananassa* cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes (a) Solução nutritiva completa; (b) Omissão de Boro (-B); (c) Omissão de Manganês (-Mn); e (d) Omissão de Ferro (-Fe). Com e sem aplicação de silicato de potássio via fertirrigação. Erechim, 2026.



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Por fim, na omissão de ferro (Figura 1d), as plantas tratadas com silicato mantiveram o crescimento vertical ativo, alcançando maior altura ao término das avaliações. Esse padrão de vigor vegetativo esteve em concordância com os dados de trocas gasosas e justificou o aumento na produção de frutos observado nesse tratamento, reforçando o papel do silício na manutenção da homeostase do morangueiro San Andreas sob restrição nutricional, conforme demonstrado na figura acima (Silva et al., 2013).

Com relação à dinâmica temporal do número de folhas expandidas ao longo do ciclo produtivo evidenciou respostas distintas entre os tratamentos com e sem silício, conforme demonstrado na (Figura 2). De forma geral, a presença do silicato promoveu ajustes

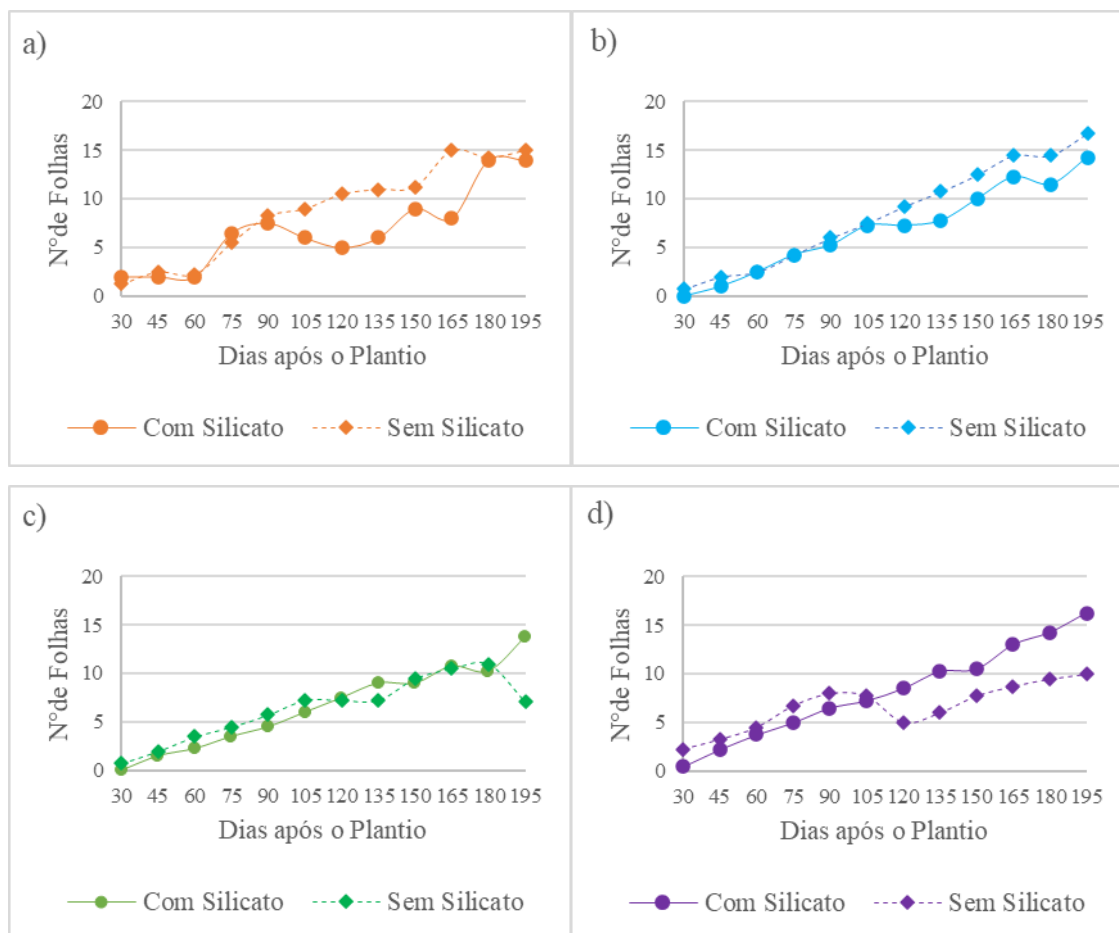
morfológicos que refletiram na manutenção da área foliar e na capacidade produtiva das plantas sob estresse nutricional.

No tratamento completo (Figura 2a), observou-se uma redução temporária no número de folhas entre os 105 e 150 dias nas plantas tratadas com silício. Esse comportamento está associado à maior indução e pegamento de frutos, que atuaram como drenos metabólicos prioritários, restringindo momentaneamente o crescimento vegetativo basal.

Na omissão de boro (Figura 2b), as plantas com silicato apresentaram menor número de folhas durante todo o período reprodutivo, sugerindo uma interação competitiva entre os elementos. Essa condição resultou em restrições no meristema apical e menor área fotossintética. Em contrapartida, na omissão de manganês (Figura 2c), o silício desempenhou papel protetivo no final do ciclo (195 dias), evitando a desfolha e a senescência precoce observadas nas plantas sem o elemento.

O efeito mais expressivo do silicato de potássio, contudo, manifestou-se na omissão de Ferro (Figura 2d). A severa redução no número de folhas nas plantas sem silício, a partir dos 120 dias, refletiu o colapso vegetativo induzido pela clorose. Já o fornecimento de silicato bloqueou esse declínio e estimulou a emissão contínua de folhas, permitindo que as plantas encerrassem o ciclo com 16 folhas expandidas. Essa expansão da área foliar sustentou altas taxas fotossintéticas e justificou o incremento produtivo de frutos, conforme demonstrado na figura abaixo. Além disso, ao longo do ciclo, as folhas mais velhas foram retiradas para evitar a ocorrência de doenças.

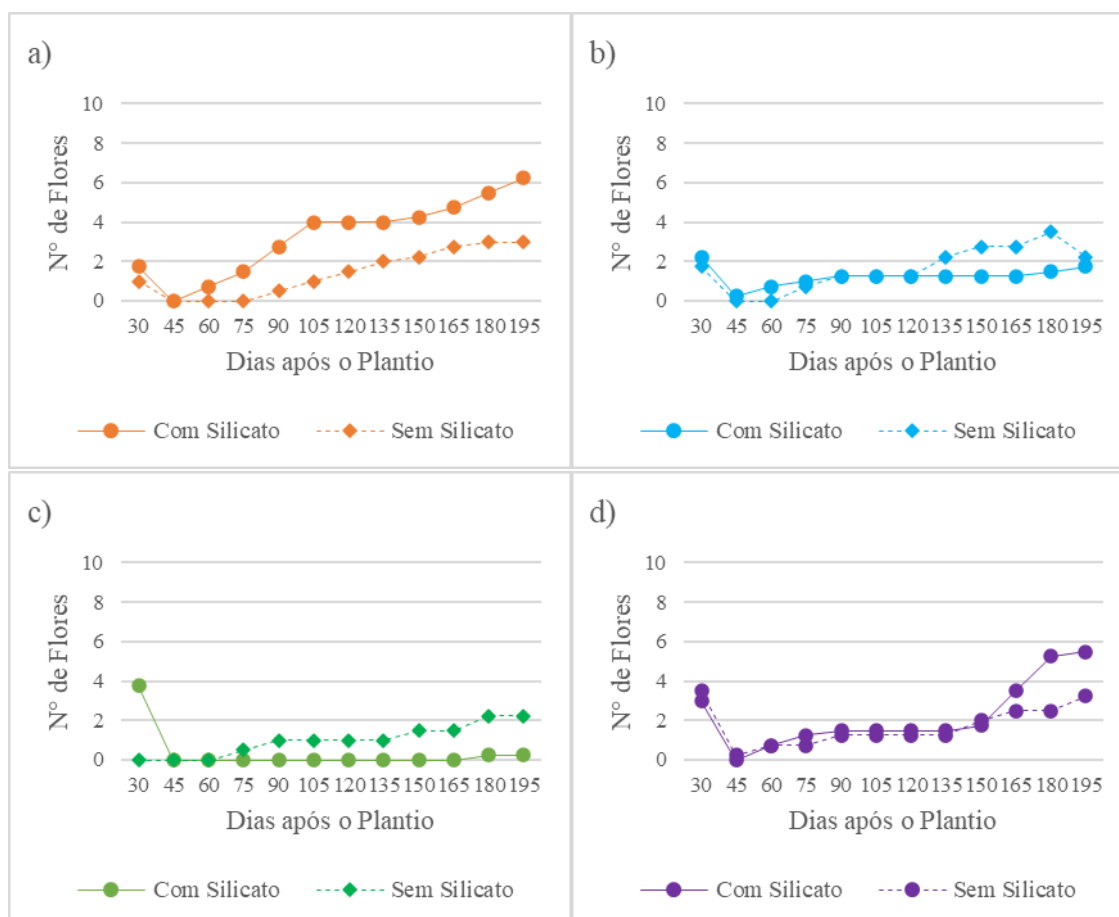
Figura 2- Evolução temporal do número de folhas expandidas em morangueiro (*Fragaria x ananassa* cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes (a) Solução nutritiva completa; (b) Omissão de Boro (-B); (c) Omissão de Manganês (-Mn); e (d) Omissão de Ferro (-Fe). Com e sem aplicação de silicato de potássio via fertirrigação. Erechim, 2026.



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Em relação ao comportamento do número acumulado de flores ao longo do ciclo, verificou-se que a aplicação de silicato de potássio exerceu efeito complexo e dependente do status nutricional sobre a indução reprodutiva do morangueiro (Figura 3). No tratamento completo (Figura 3a), o fornecimento de silício estimulou de forma contínua a diferenciação de gemas reprodutivas, resultando em maior acúmulo de estruturas florais ao longo do ciclo. Esse efeito foi expressivo, com o dobro de flores em comparação às plantas que não receberam o elemento, evidenciando o papel do silício na intensificação da capacidade reprodutiva da cultura.

Figura 3 - Evolução temporal do número acumulado de flores de morangueiro (*Fragaria x ananassa* cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes (a) Solução nutritiva completa; (b) Omissão de Boro (-B); (c) Omissão de Manganês (-Mn); e (d) Omissão de Ferro (-Fe). Com e sem aplicação de silicato de potássio via fertirrigação. Erechim, 2026.



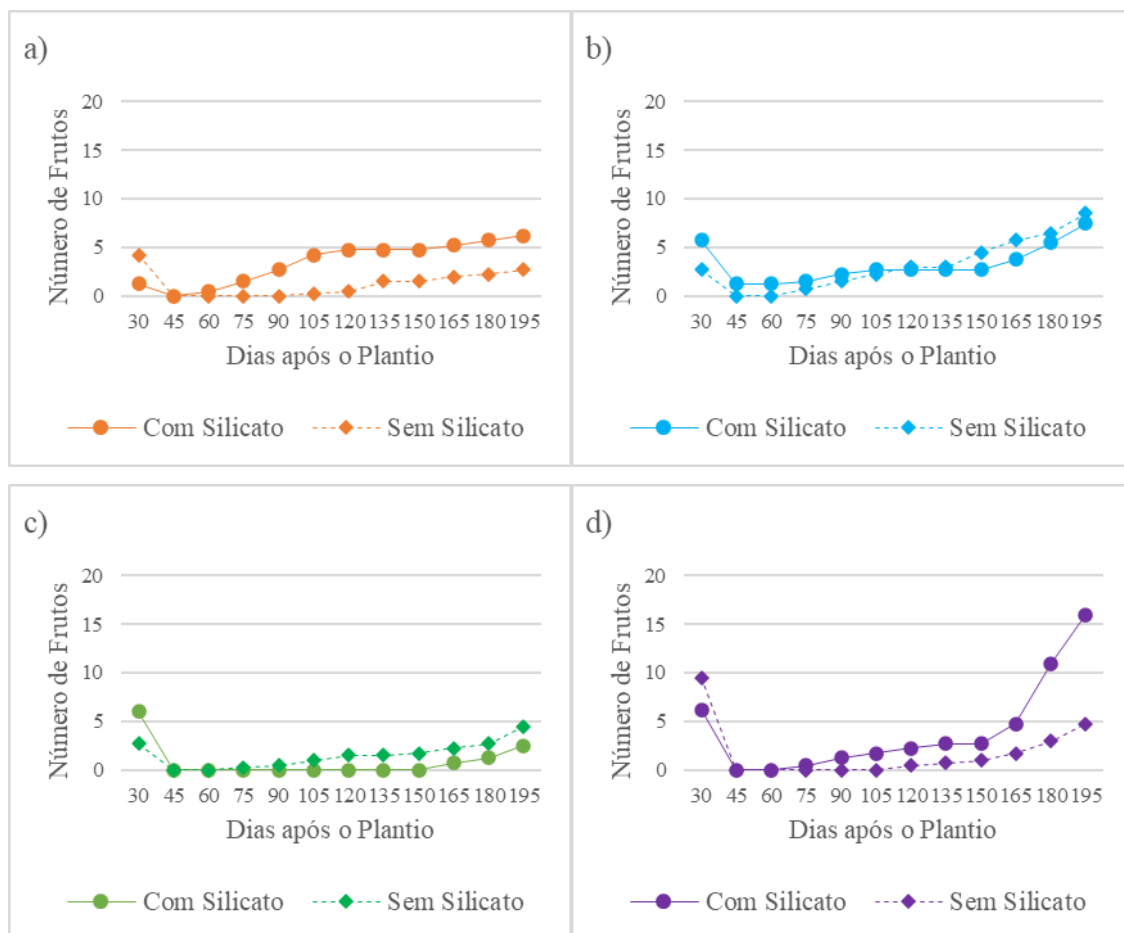
Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Sob omissão de boro (Figura 3b), a supressão do florescimento observada no tratamento com silicato a partir dos 135 dias reforça o caráter antagônico dessa interação, em que a restrição metabólica combinada prejudicou a atividade dos meristemas florais. Já na omissão de manganês (Figura 3c), a presença do silício direcionou as reservas energéticas prioritariamente para o crescimento vegetativo de suporte, inibindo o gasto metabólico com o florescimento sob estresse crônico, conforme demonstrado na Figura 3 e em concordância com estudos que evidenciam interações complexas entre o silício e micronutrientes na regulação reprodutiva do morangueiro (De Carvalho Júnior, 2008).

Por fim, a dinâmica observada na omissão de Ferro (Figura 3d) evidencia o mecanismo fisiológico responsável pelo expressivo ganho produtivo registrado nesse tratamento. O

aumento significativo no acúmulo de flores a partir dos 150 dias nas plantas tratadas com silício demonstra que o elemento agiu restabelecendo o potencial reprodutivo tardio da cultura. Esse surto de florescimento foi energeticamente suportado pela maior longevidade e taxa fotossintética nominal do aparato foliar (fonte) gerado neste tratamento, garantindo o insumo de fotoassimilados necessário para o pegamento e conversão dessas flores em frutos comerciais (Barreto et al., 2017).

Figura 4 - Evolução temporal do número acumulado de frutos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes (a) Solução nutritiva completa; (b) Omissão de Boro (-B); (c) Omissão de Manganês (-Mn); e (d) Omissão de Ferro (-Fe). Com e sem aplicação de silicato de potássio via fertirrigação. Erechim, 2026.



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A dinâmica temporal do número acumulado de frutos colhidos (Figura 4) explicou de forma integrada as respostas morfológicas, reprodutivas e fisiológicas observadas no

morangueiro. No tratamento Completo (Figura 4a), a superioridade constante no acúmulo de frutos nas plantas tratadas com silício confirma que o elemento otimiza a conversão de flores em estruturas comerciais, elevando o teto produtivo da cultura sem penalizar os componentes individuais de peso (De Carvalho Júnior, 2008).

Nas condições de estresse nutricional, os desdobramentos foram distintos. Sob omissão de Boro (Figura 4b), a estagnação no acúmulo de frutos no tratamento com silicato a partir dos 135 dias evidencia os reflexos do antagonismo severo na diferenciação celular dos drenos. Sob omissão de Manganês (Figura 4c), o menor acúmulo de frutos nas plantas tratadas com silício corrobora a estratégia de sobrevivência da cultura, que priorizou o aporte energético na manutenção do aparato foliar protetivo (fonte) em detrimento da atividade reprodutiva.

Por fim, a omissão de Ferro (Figura 4d) revelou o resultado de maior impacto fitotécnico deste trabalho. O acentuado incremento exponencial no acúmulo de frutos verificado a partir dos 165 dias no tratamento assistido por silício culminou na colheita de 16 frutos por planta, superando em mais de três vezes o tratamento desassistido. Esse comportamento demonstra de forma inequívoca que o silicato de potássio restabeleceu a viabilidade reprodutiva do morangueiro sob severa carência de ferro, garantindo um fluxo massivo de fotoassimilados para a formação e conversão de drenos na reta final do ciclo biológico (Portela et al., 2012).

Essa dinâmica expressiva de acúmulo de drenos (frutos) observada ao longo do ciclo, com destaque para o resgate produtivo na omissão de Ferro e a restrição competitiva na omissão de Boro, reflete diretamente o balanço final da capacidade fotossintética e das trocas gasosas da cultura. Para compreender os mecanismos fisiológicos e a partição definitiva de biomassa que sustentaram tais curvas de crescimento, os dados finais de produtividade e os parâmetros de eficiência macro e microestomática medidos via IRGA encontram-se consolidados a seguir (Tabela 9 e Tabela 10).

Tabela 3 - Taxa média de aparecimento de folhas (folhas dia⁻¹) em morangueiro (*Fragaria x ananassa* cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes na calda de fertirrigação e aplicação via fertirrigação de silicato de potássio ao longo do ciclo experimental. Erechim, 2026.

Calda de Fertirrigação	Taxa de aparecimento de folhas (folhas dia ⁻¹)		
	Sem Silicato	Com Silicato	Média
Completa	0,085 ^{ns}	0,070	0,07 ^{ns}
Sem Boro	0,092	0,087	0,09
Sem Manganês	0,072	0,075	0,07
Sem Ferro	0,072	0,097	0,08
Média	0,08 ^{NS}	0,08	0,08

NS/ns: não significativo pelo teste F da análise de variância a 5% de probabilidade de erro ($P > 0,05$).

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha comparam os níveis do fator Silicato (Sem Silicato vs. Com Silicato) pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ($P < 0,05$).

A taxa de emissão de folhas do morangueiro não foi influenciada significativamente pela omissão de micronutrientes ($P = 0,833$) ou pela aplicação de silicato de potássio ($P = 0,914$). Do mesmo modo, não foi verificada interação significativa entre os fatores estudados ($P = 0,742$). O aparecimento de novas folhas seguiu um ritmo homogêneo entre todos os tratamentos avaliados, apresentando uma média geral observada de aproximadamente 0,08 folhas por dia ao longo do ciclo experimental.

Tabela 4 - Número total de frutos e peso médio dos frutos (g fruto⁻¹) de morangueiro (*Fragaria x ananassa* cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes na calda de fertirrigação e aplicação de silicato de potássio via fertirrigação. Erechim, 2026.

Calda de Fertirrigação	Número de Frutos			Peso Médio dos Frutos		
	Sem Silicato	Com Silicato	Média	Sem Silicato	Com Silicato	Média
Completa	4,50 ^{ns}	5,75	5,12 ^{ns}	7,14 ^{ns}	8,27	7,71 ^{ns}
Sem Boro	6,00	7,25	6,62	9,03	4,89	6,96
Sem Manganês	1,75	3,00	2,37	9,89	11,56	10,73
Sem Ferro	2,24	14,50	8,37	7,57	9,96	8,77
Média	3,62 ^B	7,62 ^A		8,41 ^{NS}	8,67	

NS/ns: não significativo pelo teste F da análise de variância a 5% de probabilidade de erro ($P > 0,05$).

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha comparam os níveis do fator Silicato (Sem Silicato vs. Com Silicato) pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ($P < 0,05$).

O número de frutos por planta foi influenciado significativamente pelo fator isolado aplicação de silicato de potássio ($P = 0,015$). Não foram verificados efeitos significativos para o fator isolado omissão de micronutrientes ($P = 0,069$) e para a interação entre os fatores ($P =$

0,148), embora os dados tenham atendido aos pressupostos de homocedasticidade de variâncias ($P = 0,978$). A aplicação de silicato de potássio promoveu um aumento significativo no número de frutos em comparação com as plantas que não receberam o elemento (Tabela 4). A cultivar ‘San Andreas’ demonstrou elevada resiliência fisiológica, mantendo a homeostase e preservando seus parâmetros basais mesmo diante da omissão temporária de micronutrientes durante o ciclo avaliado. Esse resultado corrobora a ação benéfica do silício no morangueiro, contribuindo positivamente para o desempenho reprodutivo da cultura, independentemente do status nutricional de micronutrientes da planta.

O peso médio individual dos frutos do morangueiro não foi influenciado de forma significativa pelas omissões de micronutrientes ($P = 0,437$), pela presença de silicato de potássio ($P = 0,972$) ou pela interação entre ambos os fatores ($P = 0,660$). Os frutos colhidos mantiveram uma massa média geral homogênea ao longo do experimento. Sob a ótica da fisiologia da produção, a manutenção do peso médio dos frutos nos tratamentos que receberam silício assume grande relevância. Haja vista que o silicato de potássio promoveu um aumento expressivo no número total de drenos (frutos) por planta, conforme verificado anteriormente, a resposta biológica esperada seria a redução do peso médio unitário devido à competição interna por fotoassimilados da planta.

Contudo, a estabilidade física da massa dos frutos indica que o silício estimulou uma maior eficiência fotossintética nas folhas (fontes), permitindo ao morangueiro San Andreas sustentar uma carga frutífera duas vezes maior sem comprometer o calibre e o peso individual comercial dos frutos.

Tabela 5 - Produtividade total (g planta^{-1}) e pegamento de frutos (%) de morangueiro (*Fragaria x ananassa* cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes na calda de fertirrigação e aplicação via fertirrigação de silicato de potássio. Erechim, 2026.

Calda de Fertirrigação	Produtividade (g planta^{-1})			Pegamento de Frutos (%)		
	Sem Silicato	Com Silicato	Média	Sem Silicato	Com Silicato	Média
Completa	53,20 ^{ns}	54,53	53,86 ^{ns}	62,50 ^{ns}	84,27	73,39 ^{ns}
Sem Boro	66,83	30,05	48,44	91,67	100,00	95,84
Sem Manganês	19,09	28,37	23,73	43,75	75,00	59,37
Sem Ferro	18,13	102,93	60,53	75,00	100,00	87,50
Média	39,31 ^{NS}	53,97		68,2 ^{NS}	89,82	

NS/ns: não significativo pelo teste F da análise de variância a 5% de probabilidade de erro ($P > 0,05$). Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha comparam os níveis do fator Silicato (Sem Silicato vs. Com Silicato) pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ($P < 0,05$).

A produtividade total por planta atendeu a todos os pressupostos de normalidade ($P = 0,341$) e homocedasticidade de variâncias ($P = 0,880$). Estatisticamente, não foram verificados

efeitos significativos a 5% de probabilidade para os fatores isolados micronutrientes ($P = 0,527$), silicato ($P = 0,434$) ou para a sua interação ($P = 0,154$). Contudo, a análise nominal das médias revela tendências biológicas de grande relevância fitotécnica (Tabela 5).

O principal destaque ocorreu na omissão de Ferro (Fe), em que a ausência de silicato de potássio resultou na menor produtividade média do experimento ($18,13 \text{ g planta}^{-1}$), evidenciando o estresse severo causado pela carência do metal. Em contrapartida, a adição de silicato sob a mesma omissão elevou a produtividade para $102,93 \text{ g planta}^{-1}$, representando um incremento de 467,7%. Esse comportamento reforça o papel mitigador do silício, em condições de estresse severo, possivelmente associado à melhoria na translocação e aproveitamento interno do ferro residual na planta (De Carvalho Júnior, 2008).

Por outro lado, na omissão de boro, verificou-se uma tendência inversa: a aplicação de silicato reduziu a produtividade de $66,83 \text{ g}$ para $30,05 \text{ g planta}^{-1}$. Essa queda pode ser explicada pela competição entre ácido bórico e ácido silícico por rotas de absorção passiva via aquaporinas do tipo NIPs, sugerindo que o excesso de silício restringiu a entrada do boro limitante. Esse resultado de acordo com estudos que destacam os efeitos da deficiência de micronutrientes no desenvolvimento do morangueiro e sua interação com elementos benéficos como o silício (Portela et al., 2012).

Os dados de taxa de pegamento de frutos atenderam ao pressuposto de homocedasticidade de variâncias ($P = 0,406$), e a análise de variância não indicou efeitos significativos a 5% de probabilidade para os fatores isolados micronutrientes ($P = 0,207$), silicato ($P = 0,098$) ou para a interação entre eles ($P = 0,929$). Apesar disso, a avaliação nominal das médias revelou uma tendência fitotécnica de grande relevância: a aplicação de silicato de potássio promoveu incremento substancial no pegamento de frutos, elevando a média geral de 68,23% (sem silicato) para 89,81% (com silicato). Esse ganho superior a 21 pontos percentuais sugere uma redução no abortamento de estruturas reprodutivas e fundamenta o aumento observado no número total de frutos por planta.

O acúmulo de silício nos tecidos vegetais está associado com a mitigação de estresses bióticos e abióticos, favorecendo a manutenção do status hídrico e a integridade celular. Como consequência, mesmo sob condições de omissão nutricional, especialmente nas deficiências de Boro e Ferro, o morangueiro manteve sua capacidade de fixação de flores e o pleno desenvolvimento dos drenos reprodutivos alcançando pegamento nominal de 100% na presença de silício.

Em relação aos teores de Clorofila A, a análise de variância demonstrou que os teores não foram influenciados isoladamente de forma estatisticamente significativa pelos diferentes

manejos de micronutrientes ($P = 0,117$) nem pela adição de silicato ($P = 0,907$). Da mesma forma, não foi observada interação significativa entre os fatores ($P = 0,789$). Contudo, ressaltase que o baixo poder estatístico observado no teste sugere a necessidade de cautela na interpretação, indicando que o tamanho amostral ou a alta variabilidade residual pode ter limitado a detecção de efeitos sutis dos tratamentos sobre a síntese de Clorofila A.

Tabela 6 - Índices de clorofila a clorofila b e clorofila total (unidades SPAD / ICF) em folhas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes na calda de fertirrigação e aplicação via fertirrigação de silicato de potássio. Erechim, 2026.

Calda de Fertirrigação	Clorofila A (%)			Clorofila B (%)			Clorofila Total (%)		
	Sem Silicato	Com Silicato	Média	Sem Silicato	Com Silicato	Média	Sem Silicato	Com Silicato	Média
Completa	31,99 ^{ns}	31,85	31,92 ^{ns}	17,59 ^{ns}	17,04	17,31 ^{ns}	49,62 ^{ns}	48,94	49,28 ^{ns}
Sem Boro	31,77	31,70	31,73	16,98	17,60	17,29	48,80	49,34	49,07
Sem Manganês	32,67	33,70	33,19	18,22	17,33	17,77	50,93	49,18	50,06
Sem Ferro	31,46	30,91	31,18	15,98	15,37	15,67	47,48	46,31	46,89
Média	31,97 ^{NS}	32,04		17,19 ^{NS}	16,84		49,21 ^{NS}	48,45	

NS/ns: não significativo pelo teste F da análise de variância a 5% de probabilidade de erro ($P > 0,05$).

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha comparam os níveis do fator Silicato (Sem Silicato vs. Com Silicato) pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ($P < 0,05$).

Em continuidade para a variável Clorofila B, os pressupostos de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk, $P = 0,574$) e homogeneidade de variâncias (Brown-Forsythe, $P = 0,897$) foram plenamente atendidos após o ajuste da parcela atípica, realizado por meio da substituição pelo valor médio no tratamento Manganês com Silicato (MCS). A análise de variância revelou que não houve efeito estatisticamente significativo para os fatores isolados micronutriente ($P = 0,356$) e Silicato ($P = 0,685$), bem como não foi constatada interação significativa entre eles ($P = 0,929$). Os resultados demonstram que os teores de Clorofila B medidos in loco mantiveram-se homogêneos e independentes dos tratamentos testados sob as condições deste experimento.

De forma integradora, a avaliação da Clorofila Total reforça o panorama observado para os pigmentos individuais. Os pressupostos de normalidade (Shapiro-Wilk, $P = 0,331$) e de homogeneidade de variâncias (Brown-Forsythe, $P = 0,899$) foram integralmente atendidos. De acordo com a análise de variância, não foram constatados efeitos estatisticamente significativos para os fatores isolados, Micronutriente ($P = 0,418$) e Silicato ($P = 0,583$), tampouco para a interação entre eles ($P = 0,943$). Os resultados indicam que o complexo total de pigmentos

fotossintéticos medidos in loco não sofreu alterações significativas decorrentes dos manejos nutricionais aplicados.

A concentração interna de dióxido de carbono (C_i) atendeu plenamente aos pressupostos de normalidade ($P = 0,225$) e homocedasticidade de variâncias ($P = 0,533$). Pela análise de variância, não foram verificadas diferenças significativas a 5% de probabilidade para os fatores isolados micronutrientes ($P = 0,555$), silicato ($P = 0,784$) ou para a interação entre eles ($P = 0,970$), mantendo-se uma média geral observada de 431,95 ppm (Tabela 7). Sob a perspectiva fisiológica, a manutenção de valores estáveis e elevados de C_i em todos os tratamentos indica que o morangueiro não enfrentou limitações estomáticas severas à difusão de gases. Destaca-se que as plantas submetidas à omissão de ferro sem a adição de silício (FSS) registraram o maior acúmulo interno de carbono (442,00 ppm). Esses resultados demonstram que a cultivar ‘San Andreas’ apresenta elevada resiliência fisiológica, mantendo a homeostase e preservando seus parâmetros basais mesmo diante da omissão temporária de micronutrientes ao longo do ciclo experimental.

Tabela 7 - Concentração interna CO_2 (C_i - ppm) e taxa de transpiração (E – $mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$) em folhas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes na calda de fertirrigação e aplicação via fertirrigação de silicato de potássio. Erechim, 2026.

Calda de Fertirrigação	Concentração Interna de CO_2 (C_i - ppm)			Taxa de Transpiração (E - $mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)		
	Sem Silicato	Com Silicato	Média	Sem Silicato	Com Silicato	Média
Completa	429,75 ^{ns}	423,00	426,37 ^{ns}	1,50 ^{ns}	1,44	1,47 ^{ns}
Sem Boro	425,75	423,67	424,71	1,64	1,48	1,56
Sem Manganês	435,25	439,75	437,50	1,64	1,71	1,67
Sem Ferro	442,00	436,50	439,25	1,68	1,84	1,76
Média	433,19 ^{NS}	430,73		1,61 ^{NS}	1,62	

NS/ns: não significativo pelo teste F da análise de variância a 5% de probabilidade de erro ($P > 0,05$).

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha comparam os níveis do fator Silicato (Sem Silicato vs. Com Silicato) pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ($P < 0,05$).

Esse comportamento sugere uma redução na atividade bioquímica de fixação do CO_2 pela enzima Rubisco devido à carência de ferro, o que corrobora a baixa produtividade de frutos observada neste tratamento. Por outro lado, a introdução do silicato de potássio na omissão de ferro (FCS) promoveu uma redução nominal no C_i (436,50 ppm), indicando que a presença do silício otimizou o consumo do carbono interno disponível através do restabelecimento parcial

da atividade fotoassimiladora, direcionando esses compostos para o incremento produtivo da cultura.

A taxa de transpiração foliar (E) do morangueiro atendeu ao pressuposto de homocedasticidade de variâncias ($P = 0,914$). Pela análise de variância, não foram verificados efeitos significativos a 5% de probabilidade para os fatores isolados micronutrientes ($P = 0,193$), silicato ($P = 0,975$) ou para a interação entre eles ($P = 0,661$), registrando-se uma média geral de $1,61 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Tabela 7). A homogeneidade observada nos dados de transpiração assume grande relevância quando analisada em conjunto com a estabilidade anteriormente verificada para a concentração interna de CO_2 . Uma vez que a perda de vapor de água e a captação de carbono compartilham a mesma via de difusão estomática, esses resultados confirmam que a integridade hidráulica do morangueiro San Andreas não foi comprometida pelas omissões nutricionais ou pela aplicação de silício. Diante disso, reforça-se a premissa de que as variações produtivas observadas no experimento, em especial o expressivo incremento de produtividade na omissão de Ferro quando associada ao silicato, não decorreram de alterações nas taxas de fluxo hídrico ou de restrições estomáticas, mas sim de ajustes de natureza bioquímica e metabólica no mesófilo foliar induzidos pelo silício. Em síntese, a cultivar ‘San Andreas’ demonstrou elevada resiliência fisiológica, mantendo a homeostase e preservando seus parâmetros basais mesmo diante da omissão temporária de micronutrientes ao longo do ciclo experimental.

Tabela 8 - Condutância estomática (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxa de fotossíntese líquida (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em folhas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes na calda de fertirrigação e aplicação via fertirrigação de silicato de potássio. Erechim, 2026.

Calda de Fertirrigação	Condutância Estomática (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)			Taxa de Fotossíntese Líquida (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)		
	Sem Silicato	Com Silicato	Média	Sem Silicato	Com Silicato	Média
Completa	0,18 ^{ns}	0,17	0,18 ^{ns}	15,56 ^{ns}	15,36	15,46 ^{ns}
Sem Boro	0,22	0,20	0,21	17,78	15,29	16,53
Sem Manganês	0,21	0,23	0,22	16,91	17,49	17,20
Sem Ferro	0,22	0,26	0,24	17,10	19,53	18,31
Média	0,21 ^{NS}	0,22		16,83 ^{NS}	16,92	

NS/ns: não significativo pelo teste F da análise de variância a 5% de probabilidade de erro ($P > 0,05$).

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha comparam os níveis do fator Silicato (Sem Silicato vs. Com Silicato) pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ($P < 0,05$).

A condutância estomática (g_s) do morangueiro atendeu plenamente ao pressuposto de igualdade de variâncias ($P = 0,857$). Pela análise de variância, não foram constatados efeitos significativos a 5% de probabilidade para os fatores isolados micronutrientes ($P = 0,178$), silicato ($P = 0,733$) ou para a interação entre eles ($P = 0,714$), mantendo uma média geral de $0,21 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Tabela 6). Este resultado consolida e valida as respostas observadas anteriormente para a concentração interna de CO_2 (C_i) e para a taxa de transpiração. Dado que a g_s reflete o grau de abertura estomática e o controle mecânico da folha sobre os fluxos gasosos, a homogeneidade estatística dessas três variáveis evidencia que as deficiências nutricionais impostas e a aplicação de silicato de potássio não exerceram limitações de caráter estomático sobre o morangueiro San Andreas.

Consequentemente, confirma-se que as plantas mantiveram suas vias de absorção de carbono e perda de vapor d'água desimpedidas e operantes em todos os tratamentos. Esse cenário transfere o foco da discussão para a atividade bioquímica no mesofilo foliar, indicando que quaisquer oscilações na eficiência fotossintética e no desempenho produtivo da cultura, como a notável recuperação produtiva mediada pelo silício na omissão de Ferro, estão associadas a fatores fotoquímicos e enzimáticos intracelulares, e não a restrições físicas no suprimento de CO_2 .

A taxa de fotossíntese líquida (A) atendeu plenamente aos pressupostos de normalidade ($P = 0,098$) e homocedasticidade de variâncias ($P = 0,908$). Pela análise de variância, não foram observados efeitos significativos a 5% de probabilidade para os fatores isolados micronutrientes ($P = 0,335$), silicato ($P = 0,942$) ou para a interação entre eles ($P = 0,473$). A média geral da

atividade assimiladora de CO_2 situou-se em $16,87 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Tabela 8). A estabilidade estatística da taxa fotossintética alinha-se com o comportamento homogêneo verificado para a condutância estomática (gs) e para a transpiração, indicando que o controle difusivo da folha do morangueiro permaneceu equilibrado.

Apesar disso, as médias nominais tendências importantes revelam tendências importantes que explicam as marcantes variações produtivas observadas na cultura. Na omissão de Ferro, a presença de silicato de potássio elevou a taxa fotossintética nominal do experimento ($19,52 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Esse incremento sutil, porém, consistente, na folha (fonte) justifica o expressivo salto produtivo de frutos (drenos) verificado anteriormente para este tratamento ($102,93 \text{ g planta}^{-1}$). Esse resultado reforça o papel do silício em melhorar a atividade bioquímica celular sob deficiência de ferro, como já descrito por Epstein (1999) e Liang et al. (2007), que destacam a contribuição do silício para a eficiência fotossintética em condições de estresse.

Em contrapartida, na omissão de boro, a inserção do silicato reduziu a taxa fotossintética nominal para o menor valor observado ($15,28 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Essa queda acompanha a redução de produtividade e sugere uma interação negativa entre silício e boro, limitando a assimilação de carbono. Estudos recentes, como os de Moraes et al. (2022), destacam que o silício pode apresentar efeitos variáveis dependendo do nutriente em interação, enquanto Oliveira (2022) reforça que o boro é essencial para a integridade da parede celular e para o transporte de açúcares, sendo sua deficiência capaz de comprometer a fotossíntese, especialmente quando associada a outros fatores de manejo.

A eficiência do uso da água (EUA) atendeu plenamente aos pressupostos de normalidade ($P = 0,966$) e homocedasticidade de variâncias ($P = 0,137$). Pela análise de variância, não foram observadas diferenças significativas a 5% de probabilidade para os fatores isolados micronutrientes ($P = 0,935$), silicato ($P = 0,885$) ou para a sua interação ($P = 0,864$). As plantas mantiveram uma média geral de eficiência rigorosamente estável, situada em $10,50 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}^{-1}$ (Tabela 9).

Esses resultados evidenciam que, apesar das variações produtivas observadas, a cultivar ‘San Andreas’ manteve elevada resiliência fisiológica, preservando a homeostase e seus parâmetros basais mesmo diante da omissão temporária de micronutrientes ao longo do ciclo experimental.

Tabela 9 - Eficiência no uso da água (EUA - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}^{-1}$) e eficiência intrínseca no uso da água (EUA_{int} - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol gs}^{-1}$) em folhas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes na calda de fertirrigação e aplicação via fertirrigação de silicato de potássio. Erechim, 2026.

Calda de Fertirrigação	Eficiência no Uso da Água (EUA - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}^{-1}$)			Eficiência Intrínseca do Uso da Água (EUA _{int} - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol gs}^{-1}$)		
	Sem Silicato	Com Silicato	Média	Sem Silicato	Com Silicato	Média
Completa	10,47 ^{ns}	10,78	10,62 ^{ns}	90,44 ^{ns}	93,47	91,96 ^{ns}
Sem Boro	10,90	10,42	10,66	86,62	83,19	84,91
Sem Manganês	10,39	10,30	10,34	80,84	77,08	78,96
Sem Ferro	10,10	10,62	10,36	76,34	75,29	75,82
Média	10,47 ^{ns}	10,53		83,56 ^{ns}	82,26	

NS/ns: não significativo pelo teste F da análise de variância a 5% de probabilidade de erro ($P > 0,05$). Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha comparam os níveis do fator Silicato (Sem Silicato vs. Com Silicato) pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ($P < 0,05$).

Esse comportamento homogêneo da EUA resulta diretamente da estabilidade previamente verificada para a taxa fotossintética líquida (A) e para a taxa de transpiração (E). Como ambas permaneceram estatisticamente inalteradas entre os tratamentos, a relação entre ganho de carbono e perda de água manteve-se em equilíbrio no mesófilo foliar.

Sob a ótica fisiológica, os resultados demonstram que o morangueiro San Andreas apresenta robusta capacidade de homeostase hídrica e estomática. Nas condições avaliadas, as omissões nutricionais e a aplicação de silicato de potássio não comprometeram a coordenação entre abertura estomática e reações de carboxilação, assegurando que a cultura operasse em nível constante de eficiência no uso dos recursos hídricos, mesmo sob cenários de estresse nutricional (Moraes et al., 2022; Oliveira, 2022).

A eficiência intrínseca do uso da água (EUA_{int}) atendeu ao pressuposto de homocedasticidade de variâncias ($P = 0,904$). Pela análise de variância, não foram constatados efeitos significativos a 5% de probabilidade para os fatores isolados micronutrientes ($P = 0,356$), silicato ($P = 0,847$) ou para a sua interação ($P = 0,983$), registrando-se uma média geral de 82,91 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol gs}^{-1}$ (Tabela 9). A homogeneidade observada nesta variável consolida as respostas obtidas para a taxa fotossintética líquida e para a condutância estomática. Uma vez que a EUA_{int} reflete a relação matemática entre a capacidade de fixação de carbono e a abertura dos estômatos, a ausência de diferenças estatísticas comprova que o morangueiro San Andreas manteve uma coordenação celular precisa entre os processos difusivos e as reações bioquímicas do mesófilo.

Sob a perspectiva fisiológica, esses resultados revelam que as omissões de micronutrientes e a aplicação de silicato de potássio não causaram distúrbios ou desacoplamentos na eficiência estomática intrínseca da cultura. O morangueiro demonstrou uma alta capacidade de homeostase metabólica, regulando a abertura das vias de entrada de gás de forma proporcional à sua capacidade enzimática de carboxilação, operando de maneira otimizada sob todas as condições nutricionais testadas (Barbosa et al., 2025; Basso Júnior et al., 2023).

De maneira geral, a cultivar San Andreas demonstrou notável capacidade de resiliência fisiológica, assegurando a manutenção da homeostase e a estabilidade dos parâmetros basais mesmo sob condições de omissão temporária de micronutrientes. Esse desempenho evidencia sua eficiência adaptativa frente a restrições nutricionais, reforçando sua importância agrônômica e o potencial de utilização em sistemas de cultivo intensivo e sustentável.

Tabela 10 - Eficiência Intrínseca de Carboxilação (A/C_i - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$) e Limitação Estomática da Fotossíntese (L_g - $\mu\text{mol CO}_2 \text{mol gs}^{-1}$) em folhas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes na calda de fertirrigação e aplicação via fertirrigação de silicato de potássio. Erechim, 2026.

Calda de Fertirrigação	Eficiência Intrínseca de Carboxilação (A/C_i - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$)			Limitação Estomática da Fotossíntese (L_g - $\mu\text{mol CO}_2 \text{mol gs}^{-1}$)		
	Sem Silicato	Com Silicato	Média	Sem Silicato	Com Silicato	Média
Completa	0,036 ^{ns}	0,036	0,036 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,33	0,32 ^{ns}
Sem Boro	0,042	0,036	0,039	0,32	0,28	0,30
Sem Manganês	0,039	0,040	0,040	0,30	0,30	0,30
Sem Ferro	0,039	0,045	0,042	0,29	0,30	0,30
Média	0,039 ^{NS}	0,039		0,31 ^{NS}	0,30	

NS/ns: não significativo pelo teste F da análise de variância a 5% de probabilidade de erro ($P > 0,05$). Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha comparam os níveis do fator Silicato (Sem Silicato vs. Com Silicato) pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ($P < 0,05$).

A eficiência intrínseca de carboxilação (A/C_i) atendeu plenamente aos pressupostos de normalidade ($P = 0,309$) e homocedasticidade de variâncias ($P = 0,585$). Pela análise de variância, não foram observados efeitos significativos a 5% de probabilidade para os fatores isolados micronutrientes ($P = 0,564$), silicato ($P = 0,948$) ou para a interação entre ambos ($P = 0,556$), registrando-se uma média geral de $0,039 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$ (Tabela 10). Como a relação A/C_i reflete diretamente a atividade da enzima Rubisco e a capacidade de fixação

bioquímica do mesófilo, a homogeneidade estatística desta variável confirma que o potencial catalítico celular das folhas não sofreu reduções crônicas em função das omissões ou da adição de silício. Destaca-se, numericamente, que as plantas sob omissão de Ferro tratadas com silicato exibiram a maior eficiência nominal de carboxilação do experimento (0,0450). A estabilidade conjunta de g_s , E , C_i , EUA e A/C_i demonstra que o aparato fotossintético individualizado das folhas sadias do morangueiro manteve-se homeostaticamente operante.

Dessa forma, conclui-se que o incremento produtivo e o maior número de frutos promovidos pelo silicato de potássio decorreram de uma otimização na distribuição sistêmica de fotoassimilados e no aumento do pegamento reprodutivo (força de dreno), e não de modificações drásticas nas taxas basais de trocas gasosas por unidade de área foliar. Esse resultado está em consonância com evidências recentes que destacam o papel do silício na manutenção da homeostase fisiológica e na eficiência fotossintética em plantas sob estresse (Moraes et al., 2022).

O índice de limitação estomática da fotossíntese (L_g) atendeu integralmente aos pressupostos de normalidade ($P = 0,214$) e homocedasticidade de variâncias ($P = 0,783$). Pela análise de variância, não foram identificados efeitos significativos a 5% de probabilidade para os fatores isolados micronutrientes ($P = 0,778$), silicato ($P = 0,806$) ou para a interação entre ambos ($P = 0,691$). A média geral observada para o índice foi de 0,305 (Tabela 10). Na fisiologia vegetal, o L_g quantifica a proporção da limitação fotossintética que é causada pela resistência mecânica à difusão gasosa através dos estômatos. A homogeneidade estatística e a manutenção de valores baixos (próximos a 30% de limitação) em todos os tratamentos funcionam como a confirmação definitiva de que o morangueiro San Andreas não sofreu restrições estomáticas. Esse resultado consolida de o comportamento previamente descrito para g_s , E e C_i , demonstrando que as variações na assimilação de CO_2 e os contrastes de produtividade de frutos observados no experimento, com destaque para os extremos observados nas omissões de Ferro e Boro, estão associados a fatores regulatórios da bioquímica celular e da integridade fotoquímica nos cloroplastos, ocorrendo de forma totalmente independente de limitações físicas na dinâmica estomática da folha.

Por fim, para os teores de sólidos solúveis ($^{\circ}Brix$) mensurados nos frutos de morangueiro não foram significativamente influenciados pelos fatores isolados omissão de micronutrientes ($P = 0,784$) e aplicação de silicato de potássio ($P = 0,192$), tampouco pela interação entre ambos ($P = 0,166$) (Tabela 11). A ausência de respostas estatísticas generalizadas, contudo, reflete uma importante característica fisiológica da cultura: a

manutenção da homeostase e da qualidade organoléptica básica dos drenos reprodutivos mesmo diante de cenários restritivos de estresse nutricional.

Sob o ponto de vista fitotécnico, o morangueiro demonstra uma tendência adaptativa de abortar estruturas reprodutivas ou cessar a emissão de novos fluxos de floração e frutificação (Figura 4c e d) em detrimento da produção de frutos com baixa concentração de açúcares. Essa estratégia de partição de carbono assegura que os poucos drenos remanescentes consigam atingir os patamares mínimos de doçura exigidos e característicos da cultivar San Andreas, oscilando em uma amplitude comercial aceitável entre 6,34 e 10,64 °Brix. Estudos realizados pela Embrapa confirmam que genótipos de morangueiro apresentam teores médios de sólidos solúveis variando entre 7,7 e 11,7 °Brix, reforçando que os valores obtidos neste experimento estão dentro do padrão esperado para frutos de qualidade (Bonilha et al., 2024).

Tabela 11 – Teor de sólidos solúveis (°Brix) em frutos de morango (*Fragaria x ananassa* cv. San Andreas) cultivado sob omissões de micronutrientes na calda de fertirrigação e aplicação via fertirrigação de silicato de potássio ao longo do ciclo experimental. Erechim, 2026.

Calda de Fertirrigação	Teor de sólidos solúveis (°Brix)		
	Sem Silicato	Com Silicato	Média
Completa	6,34 ^{ns}	10,64	8,49 ^{ns}
Sem Boro	7,82	8,57	8,20
Sem Manganês	7,34	8,46	7,90
Sem Ferro	8,21	6,59	7,40
Média	7,43 ^{NS}	8,57	

NS/ns: não significativo pelo teste F da análise de variância a 5% de probabilidade de erro ($P > 0,05$). Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha comparam os níveis do fator Silicato (Sem Silicato vs. Com Silicato) pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ($P < 0,05$).

No tratamento completo (testemunha), observa-se um expressivo incremento expressivo com a inserção do silício, elevando o teor de sólidos solúveis de 6,34 °Brix (Sem Silicato) para 10,64 °Brix (Com Silicato). Embora a análise estatística não tenha indicado significância devido à flutuação do poder do teste induzida pela presença de dados perdidos na matriz experimental, essa variação nominal sugere que o silicato de potássio atua como um bioestimulante na translocação de fotoassimilados, favorecendo o acúmulo de açúcares nos frutos.

O fornecimento de silicato de potássio favoreceu o fluxo de sacarose via floema em direção aos tecidos de reserva dos frutos em plantas com o aparato fotossintético plenamente

funcional, resultando em maior acúmulo de açúcares. Contudo, sob omissão crônica de Ferro, verificou-se comportamento inverso: as plantas sem silício apresentaram maior valor nominal de sólidos solúveis (8,21 °Brix) em comparação às tratadas com o elemento (6,59 °Brix). Essa resposta está fundamentada no conceito fisiológico de “efeito de diluição”, em que a baixa carga reprodutiva concentra os açúcares disponíveis em poucos frutos.

Nas plantas que não receberam silicato (Sem Ferro × Sem Silicato), o colapso severo do desenvolvimento reprodutivo limitou a carga total a menos de três frutos acumulados por planta ao fim do ciclo, fazendo com que o escasso estoque de açúcares sintetizados pelas poucas folhas ativas se concentrasse nesses raros drenos. Em contrapartida, a aplicação via fertirrigação de silicato no tratamento correspondente (Sem Ferro × Com Silicato) resgatou a viabilidade reprodutiva da cultura, desencadeando um surto produtivo exponencial na reta final do ciclo que culminou no pegamento e enchimento massivo de mais de 14 frutos por planta. Consequentemente, a ampla distribuição do aporte energético diário entre múltiplos drenos simultâneos diluiu a concentração individual de sólidos solúveis nos frutos colhidos, mantendo-os em níveis comerciais de doçura, ainda que ligeiramente inferiores devido ao drástico ganho em produtividade e volume de bioconversão (g/planta).

Dessa forma, os valores obtidos neste experimento confirmam que, mesmo diante de estresse nutricional severo, a cultivar San Andreas manteve a qualidade organoléptica dentro dos padrões comerciais exigidos. Além disso, trabalhos complementares da Embrapa apontam que a manutenção de teores adequados de °Brix está diretamente relacionada à preferência do mercado e ao potencial de competitividade da fruticultura nacional, reforçando a relevância prática dos resultados aqui apresentados (Antunes et al., 2010).

4 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que a aplicação via fertirrigação de silicato de potássio desempenha papel estratégico na fisiologia e na produtividade do morangueiro San Andreas, especialmente em condições de estresse nutricional. Embora variáveis fisiológicas como condutância estomática, transpiração, eficiência no uso da água e pigmentos fotossintéticos tenham se mantido estatisticamente estáveis, os resultados mostraram tendências biológicas relevantes. O silício atuou como modulador fisiológico, preservando a homeostase metabólica, garantindo equilíbrio entre processos difusivos e bioquímicos e favorecendo a manutenção da área foliar e da capacidade reprodutiva da cultura.

O maior impacto foi observado na omissão de Ferro, em que o silicato promoveu incremento superior a 460% na produtividade, restabelecendo a viabilidade reprodutiva da cultura e assegurando maior pegamento de frutos sem comprometer o calibre ou o peso médio individual. Esse resultado confirma que os ganhos produtivos não decorreram de alterações nas trocas gasosas basais, mas sim da otimização da distribuição de fotoassimilados e ao aumento da força de dreno reprodutivo. Em contrapartida, a interação negativa na omissão de Boro reforça a complexidade das relações entre o silício e os micronutrientes, indicando a necessidade de manejo criterioso.

Além dos aspectos nutricionais, o manejo de insetos foi conduzido por meio de controle biológico com o uso de *Beauveria bassiana*, prática que representa um ponto positivo para o sistema produtivo, reduzir a dependência de defensivos químicos e reforçar o caráter sustentável do sistema produtivo.

De forma integradora, este trabalho demonstra que o silicato de potássio, aliado ao controle biológico de insetos, é um recurso aliado importante para aumentar a resiliência e a produtividade do morangueiro em sistemas de cultivo sob estresse nutricional. Além de contribuir para o avanço científico sobre a interação entre elementos benéficos e micronutrientes, os resultados oferecem subsídios práticos para a adoção de tecnologias sustentáveis na fruticultura, fortalecendo a competitividade e a segurança alimentar. Nesse contexto, a cultivar San Andreas destacou-se pela elevada resiliência fisiológica, mantendo parâmetros basais e assegurando qualidade comercial mesmo diante da omissão temporária de micronutrientes.

REFERÊNCIAS

- AGROLINK. **Cobre - tudo o que você precisa saber sobre este adubo**. 2025. Disponível em: Cobre - tudo o que você precisa saber sobre este adubo. Acesso em: 18 mai. 2026.
- ALVES, R. T et al. **A cultura do morangueiro no Distrito Federal**. 2019. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=A+cultura+do+morangueiro+no+Distrito+Federal&author=ALVES%2C+Rodrigo+Teixeira&publication_year=2019. Acesso em: 21 mai. 2026.
- ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C.; BONOW, S. **Morango: produção aumenta ano a ano**. 2021. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1131057>. Acesso em: 23 mai. 2026.

ANTUNES, L. E. C.; BONOW, S; SCHWENGBER, J. E. **Anuário HF 2025: Morango.** Uberlândia: Campo & Negócios, 2025. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1178882/1/Anuario-HF-MORANGO-2025.pdf>. Acesso em: 2 out. 2025.

BARBOSA, L. M. et al. **Aumento da eficiência no uso da água e pigmentos fotossintéticos em plantas de soja e milho promovido por silício.** *Caderno Pedagógico*, v. 17, n. 2, p. 45-58, 2025. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/16959>. Acesso em: 11 jun. 2026.

BARRETO, C. F. et al. **Deficiência de nutrientes com efeitos no desenvolvimento de morangueiros.** *Scientia Agraria*, v. 18, n. 4, p. 63-71, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/53470>. Acesso em: 11 jun. 2026.

BASSO JÚNIOR, A. F. et al. **Silício e restrição hídrica na integridade do aparato fotossintético e crescimento inicial de Inga vera Willd.** Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, 2023. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/4440>. Acesso em: 11 jun. 2026.

BELLÉ, J. et al. **Fontes organominerais de nutrientes na fertirrigação da cultura do morango.** In: SALÃO DE PESQUISA, EXTENSÃO E ENSINO DO IFRS, 5., 2020. Anais [...]. 2020. Disponível em: https://eventos.ifrs.edu.br/index.php/Salao_IFRS/5salao/paper/view/9575/0. Acesso em: 23 mai. 2026.

BONILHA, E. et al. **Teor de sólidos solúveis em genótipos de morangos produzidos em Atibaia/SP.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2024. Disponível em: [_RA-MaiaAHN-et-al-CIIC-2024-RE24405.pdf](#). Acesso em: 18 jun. 2026.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016. Disponível em: <https://anyflip.com/kdazb/nqeu/basic>. Acesso em: 1 out. 2025.

DE CARVALHO JÚNIOR, P. C. **Aplicação de silicato de potássio via foliar no morangueiro: fotossíntese, produção e qualidade.** 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/40486>. Acesso em: 18 mai. 2026.

DE SOUSA, J. T. M. et al. **Desempenho agrônômico de cultivares de morango cultivado sob doses de hidrogel.** 2023. https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/76337/1/2023_dis_jtmsousa.pdf. Acesso em: 18 mai. 2026.

DIAS, M. F. B. et al. **Produção de diferentes cultivares de morangueiro em sistema semi-hidropônico.** 2025. Disponível em: <https://repositorio.ifrs.edu.br/handle/123456789/2348>. Acesso em: 23 mai. 2026.

DOS SANTOS, C. S. et al. **Diferentes fontes de adubação potássica no desenvolvimento da cultura do morangueiro.** *Revista Real*, v. 2, n. 2, 2024. Disponível em: <https://revistas.icesp.br/index.php/Real/article/view/4902>. Acesso em: 18 mai. 2026.

EMATER/RS-ASCAR. **Pelotas projeta safra de 1.740 toneladas de morango em 2025/2026.** Porto Alegre: EMATER/RS-Ascar, 2024. Disponível em: <https://www.jornaltradicao.com.br/pelotas/rural/emater-projeta-17-milhao-de-toneladas-na-safra-de-morango/>. Acesso em: 4 out. 2025.

FERREIRA, T. C. et al. **Aplicação foliar de silício em morangueiro: efeitos sobre crescimento e eficiência fotossintética.** *Horticultura Brasileira*, v. 39, n. 2, p. 123-130, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufla.br/server/api/core/bitstreams/d4844d1e-1d0c-4599-9b7f-1ff3f41837e0/content>. Acesso em: 16 jun. 2026.

HORTICULTURA BRASILEIRA. **Normas para publicação.** Brasília: Associação Brasileira de Horticultura, 2026. Disponível em: <https://www.horticulturabrasileira.com.br/images/stories/HB/normas-pt.pdf>. Acesso em: 4 maio 2026.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal: Morango.** Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/morango/br>. Acesso em: 1 out. 2025.

LEMISKA, A. et al. **Produção e qualidade da fruta do morangueiro sob influência da aplicação de boro.** *Ciência Rural*, v. 44, p. 622-628, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/4VpZMBybRywdsF8mgjFGNGH/?format=html&lang=pt>.

Acesso em: 18 mai. 2026.

LOPES FILHO, F. M. et al. **Avaliação do reuso de solução drenada na fertirrigação para produção de morango em sistema semi-hidropônico.** *Revista REAL*, 2019. Disponível em: <https://revistas.icesp.br/index.php/Real/article/viewFile/6002/3646>. Acesso em: 1 mai. 2026.

MENDES, F. O. et al. **Produção de três cultivares de dias neutros de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivados no solo e fora do solo.** 2021. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Produção+de+três+cultivares+de+dias+neutros+de+morangueiro&author=MENDES%2C+Filipe+Oliveira&publication_year=2021.

Acesso em: 21 mai. 2026.

MORAES, L. A. C. et al. Beneficial effects of silicon in plants under abiotic stress conditions: a new approach. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 53, n. 1, e20218005, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/CtQ7snNmMxyJtsrVNytCXPz/?format=html&lang=en>. Acesso em: 11 jun. 2026.

OLIVEIRA, Sâmia Paiva de. **Silício: alívio a estresses abióticos em ambientes naturais.** 2022. 119 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/67671>. Acesso em: 5 jun. 2026.

PINHEIRO, Rita Lúcia Ferreira. **Efeito de cálcio e de bioestimulante na produção de morango em hidroponia.** 2017. Disponível em: <https://repositorio.utad.pt/entities/publication/f83cf0bf-b7da-45d0-a99d-a741d9adfea1>.

Acesso em: 18 set. 2025.

PORTELA, Isabelita P. et al. **Efeito da concentração de nutrientes no crescimento, produtividade e qualidade de morangos em hidroponia.** *Horticultura Brasileira*, v. 30, p. 266-273, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000200014>. Acesso em: 25 mai. 2026.

REISSER JÚNIOR, C. et al. **Panorama do cultivo dos morangos no Brasil**. 2015. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1006165>. Acesso em: 25 out. 2025.

RESH, H. M. **Hydroponic food production: a definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower**. Woodbridge Press, 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.1201/9781003133254>. Acesso em: 1 out. 2025.

RIZZI, Lucas et al. **Produção do morangueiro semi-hidropônico em relação à posição do slab**. 2023. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Produção+do+morangueiro+semi+hidropônico+em+relação+à+posição+do+slab&author=RIZZI%2C+Lucas&publication_year=2023. Acesso em: 21 mai. 2026.

SANTOS, Lorenzo de Oliveira et al. **Cultivo de morangueiro com diferentes cultivares de dias neutros em duas posições de slab**. 2023. Disponível em: <https://dspace.ifrs.edu.br/bitstream/handle/123456789/1290/1234567891290.pdf?sequence=1>. Acesso em: 18 mai. 2026.

SCHMITT, Odair José et al. **Produção de estolhos de cultivares de morangueiro em função da condutividade elétrica da solução nutritiva**. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 34, n. 2, p. 187-194, abr./jun. 2016. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Produção+de+estolhos+de+cultivares+de+morangueiro+em+função+da+condutividade+elétrica+da+solução+nutritiva&author=SCHMITT%2C+Odair+José&publication_year=2016. Acesso em: 12 mai. 2026.

SILVA, Maria Ligia de Souza et al. **Influência do silício na produção e na qualidade de frutos do morangueiro**. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 1, p. 3411-3424, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/271325383_Influencia_do_silicio_na_producao_e_na_qualidade_de_frutos_do_morangueiro. Acesso em: 18 jun. 2026.

SOUSA, José Thomas Machado de et al. **Desempenho agrônômico de cultivares de morango cultivado sob doses de hidrogel**. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 8.; CONIRD, 32., 2023, Fortaleza. Anais [...]. Fortaleza: Inovagri, 2023. Disponível em: https://icolibri.com.br/2023/public/_anais/TC0410010.pdf. Acesso em: 18 jun. 2026.

TUFIK, C. B. A. **A nutrição do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.): efeito na fisiologia e qualidade dos frutos**. 2017. Tese (Doutorado) – Universidade de Évora, 2017. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=A+nutrição+do+morangueiro%3A+efeito+na+fisiologia+e+qualidade+dos+frutos&author=TUFIK%2C+Camila+Borges+Antonio&publication_year=2017. Acesso em: 18 mai. 2026.

XAVIER, P. S. C. et al. **Produção de morango**. 2023. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/19103> Acesso em: 25 mai. 2026.

APÊNDICE A – Registros Fotográficos do Experimento



Fonte: Pasini, 2026.



Fonte: Pasini, 2026.



Fonte: Pasini, 2026.



Fonte: Pasini, 2026.



Fonte: Pasini, 2026.



Fonte: Pasini, 2026.



Fonte: Pasini, 2026.



Fonte: Pasini, 2026.



Fonte: Pasini, 2026.



Fonte: Pasini, 2026.



Fonte: Pasini, 2026.



Fonte: Pasini, 2026.



Fonte: Pasini, 2026.



Fonte: Pasini, 2026.



Fonte: Pasini, 2026.



Fonte: Pasini, 2026.



Fonte: Pasini, 2026.



Fonte: Pasini, 2026.



Fonte: Pasini, 2026.

ANEXO A – Normas para a publicação na Revista Horticultura Brasileira.

NORMAS PARA PREPARAÇÃO E SUBMISSÃO DE TRABALHOS

O periódico Horticultura Brasileira é a revista oficial da Associação Brasileira de Horticultura. Horticultura Brasileira destina-se à publicação de artigos técnico-científicos que envolvam hortaliças, plantas medicinais, condimentares e ornamentais e que contribuam significativamente para o desenvolvimento desses setores. Horticultura Brasileira é publicada a cada três meses, em inglês, porém aceitando submissões também em português e espanhol. Para publicar em Horticultura Brasileira o primeiro autor do trabalho deve ser afiliado à Associação Brasileira de Horticultura (ABH) ou a Associações Nacionais com que a ABH mantenha Acordo de Reciprocidade, estando em dia com o pagamento da anuidade em qualquer das condições. Trabalhos em que o primeiro autor não cumpra o requisito acima também poderão ser submetidos. Neste caso, é necessário recolher a taxa de tramitação ampliada tão logo o trabalho seja aceito para tramitação.

Os trabalhos enviados para Horticultura Brasileira devem ser originais, ainda não relatados ou submetidos à publicação em qualquer outro periódico ou veículo de divulgação. Está também implícito que os aspectos éticos e o atendimento à legislação vigente de copyright tenham sido observados durante o desenvolvimento do trabalho. Após a submissão à Horticultura Brasileira e até o final de sua tramitação, é vedada a submissão do trabalho, em todo ou em parte, a qualquer outro periódico ou veículo de divulgação. Caso o trabalho seja aceito para publicação, Horticultura Brasileira adquire o direito exclusivo de copyright para todas as línguas e países. Não é permitida a reprodução parcial ou total dos trabalhos publicados sem autorização por escrito da Comissão Editorial da revista Horticultura Brasileira. O periódico Horticultura Brasileira é composto das seguintes seções:

Artigo de capa: tópico de interesse atual que, a convite da Comissão Editorial, ilustra a capa da revista;

Artigo convidado: tópico de interesse atual, a convite da Comissão Editorial;

Carta ao Editor: enviada por iniciativa do autor à Comissão Editorial tratando de assunto de interesse geral. Será publicada a critério da Comissão Editorial que poderá, ainda, submetê-la ao processo de revisão;

Pesquisa: artigo relatando informações provenientes de resultados originais de pesquisa obtidos por meio de aplicação rigorosa de metodologia científica, cuja reproducibilidade seja claramente demonstrada;

Comunicação Científica: comunicação ou nota científica relatando informações originais resultantes de observações de campo ou laboratório, provenientes de experimentos menos complexos, realizados com aplicação rigorosa de metodologia científica, cuja reprodutibilidade seja claramente demonstrada;

Nova Cultivar: comunicação ou nota relatando a disponibilização de novas cultivares ou germoplasma, contém da origem, descrição e disponibilidade, com dados informativos e comparativos.

Submissão dos trabalhos: O texto deve ser composto em programa Word ou compatível, em espaço 1,5, fonte Times New Roman, tamanho 12. Páginas e linhas devem ser numeradas. Adicione ao final do texto todos os demais componentes do trabalho (figuras, tabelas e gráficos) e submeta como um único arquivo. Formate o arquivo para página A4 e todas as margens para 3 cm. Imagens de baixa resolução, com menos de 600 Kb, não serão aceitas. Os trabalhos deverão ter no máximo 30.000 caracteres, incluindo os espaços. O arquivo deve ser submetido online (<http://www.horticulturabrasileira.com.br/editor/index.php/HB>). Se forem necessárias outras orientações, siga as instruções disponíveis online, entre em contato com a Comissão Editorial ou consulte os últimos números de Horticultura Brasileira.

Os trabalhos submetidos entrarão em tramitação somente se:

- apresentarem o código ORCID de cada autor;
- estiverem em total acordo com estas normas;
- estiverem dentro do escopo e apresentarem nível técnico-científico compatível com Horticultura Brasileira.
- estiverem acompanhados da indicação por escrito da relevância do trabalho (importância e distinguibilidade em relação a trabalhos já existentes), em não mais que dez linhas. Inclua o texto no campo “Comentários para o Editor”, disponível online;
- estiverem acompanhados da indicação por escrito da contribuição individual de cada um dos autores ao trabalho (consulte o item Autoria, logo abaixo). Inclua o texto nos metadados de submissão dos autores, disponível online;
- estiverem acompanhados da indicação de pelo menos duas pessoas (nome, endereço, e-mail e telefone), de instituições distintas daquelas a que pertencem os autores, que possam atuar como assessores ad hoc. Inclua o texto no campo “Comentários para o Editor”, disponível online;

Quando aceito para tramitação, o autor correspondente receberá uma mensagem eletrônica e será solicitado o recolhimento da taxa de tramitação no valor de R\$ 120,00, quando o primeiro autor for associado à ABH ou associações-irmãs e estiver com a anuidade em dia; ou da taxa de tramitação ampliada no valor de R\$ 470,00 quando o primeiro autor não é associado à ABH

ou a associações-irmãs. Antes da entrada em tramitação do trabalho, todos os coautores deverão ter expressado sua anuência à publicação. As taxas de tramitação não são reembolsáveis.

Estrutura dos Artigos

Os autores devem consultar o Manual de Estilo & Formato, disponível em www.horticulturabrasileira.com.br.

Processo de tramitação

Os artigos recebidos serão avaliados preliminarmente pela Comissão Editorial, que verificará aderência do trabalho ao escopo da revista, atendimento às normas de publicação, relevância técnica e/ou científica e qualidade do texto. A decisão da Comissão Editorial (adequada para tramitação ou não) é informada por meio do sistema de submissão eletrônica. Caso sejam necessárias modificações, os autores poderão submeter uma nova versão para avaliação. Assim que a tramitação é aprovada, os autores devem recolher a taxa de tramitação. Em seguida, o trabalho é encaminhado a pelo menos dois assessores ad hoc. Tão logo haja dois pareceres, o trabalho é avaliado por um Editor Científico, que emitirá seu parecer: (1) recomendado para publicação, (2) necessidade de alterações ou (3) não recomendado para publicação. Nas situações 1 e 3, o trabalho é encaminhado ao Editor Associado, que tem a decisão final. Na situação 2, o trabalho é devolvido aos autores, que devem elaborar uma nova versão e disponibilizá-la no sistema eletrônico de submissão. O Editor Científico poderá recomendar ou não a nova versão. Em ambos os casos, a nova versão é avaliada pelo Editor Associado, que emitirá o parecer final.

Nenhuma alteração é incorporada ao trabalho sem a aprovação dos autores. Após o aceite em definitivo do trabalho, o autor de correspondência receberá uma cópia eletrônica da versão formatada, que deverá ser devolvida à Comissão Editorial em 48 horas. Nesta fase não serão aceitas modificações extensivas de conteúdo ou estilo. Alterações, adições, deleções e edições implicarão em novo exame do trabalho pela Comissão Editorial. Erros e omissões presentes no texto corrigido e devolvido à Comissão Editorial são de inteira responsabilidade dos autores.

Autoria

Para definir os autores do trabalho, adote os seguintes critérios, baseados em <http://www.biomedcentral.com/about/editorialpolicies#Authorship>:

São autores aqueles que participaram intensivamente do trabalho e, por isso, têm condições de assumir publicamente a responsabilidade pelos resultados ali apresentados. São autores aqueles que fizeram contribuições substanciais para a concepção do trabalho ou para a aquisição, análise e interpretação dos dados.

São autores também aqueles que fizeram contribuições intelectuais substanciais para o manuscrito ou o alteraram decisivamente durante a revisão.

A simples coleta de dados; cessão de genótipos, sementes ou outros insumos; discussão sobre os experimentos e/ou sobre os resultados; assim como a supervisão geral ou financiamento do grupo de pesquisa, por si só, não justificam a autoria e devem ser incluídos em

Agradecimentos.

Idioma de publicação

Todas as submissões aprovadas para publicação serão publicadas em inglês. Entretanto, trabalhos escritos em português ou espanhol também podem ser submetidos. Neste caso, quando o trabalho estiver em sua versão final, aprovada para publicação, os autores tanto podem providenciar a tradução para o inglês, quanto autorizar a Comissão Editorial a providenciá-la. Quando a versão traduzida fornecida pelos autores não atingir o padrão idiomático requerido para publicação, a Comissão Editorial encaminhará o texto para revisão por um especialista. Todos os custos decorrentes de tradução e revisão idiomática serão cobertos pelos autores.

Taxa por página publicada

Horticultura Brasileira tem uma taxa de R\$ 65,00 por página publicada.

Taxa por referência indexada

Horticultura Brasileira franqueia a indexação de até 25 referências bibliográficas por artigo. A partir da 26a. referência, há um custo de R\$ 3,50 por referência que deverá ser pago pelos autores.

Impressão em cores

Horticultura Brasileira tem uma taxa de R\$ 600,00 por página impressa em cores.

Outras Informações

Assuntos relacionados a mudanças de endereço, filiação à Associação Brasileira de Horticultura (ABH), pagamento de anuidade, devem ser encaminhados à Diretoria da ABH, no seguinte endereço:

Associação Brasileira de Horticultura a/cRoberto de Albuquerque Melo Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) R. Manoel de Medeiros s/n Dois Irmãos 52171-900Recife-PE
Email:abh.ufrpe@gmail.com Tel.: (81) 9710 8745 (81) 3320 6000 www.abhorticultura.com.br
Assuntos relacionados à revista Horticultura Brasileira devem ser encaminhados à Comissão Editorial, no endereço: SGAS, Ed. Athenas, Bl. B, s/102 70390-020 Brasília-DF E-mail: hortbras@gmail.com Tel (61) 3202 0507.