

EFEITO DA APLICAÇÃO FOLIAR DE CÁLCIO, BORO, MAGNÉSIO E POTÁSSIO NA CULTURA DO MORANGUEIRO

SCHEMBERK, João Lucas ¹

SOUSA, Allison John de²

RESUMO

O morango é um fruto que se destaca com a sua importância na fruticultura e na economia, sendo um fruto muito utilizado em várias receitas e também no consumo in natura, conquistando as pessoas com o a sua beleza, aroma e sabor. No entanto para garantir tais características nos frutos é fundamental a planta estar bem nutrida. Diante desse fato, esse trabalho teve por objetivo avaliar a aplicação foliar de cálcio, boro, magnésio e potássio em relação ao teor de clorofila, pegamento de flor, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e porcentagem de perda de massa. O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizado, sendo quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram: T1 – testemunha, T2 – cálcio, boro, magnésio, T3 – potássio, T4 – cálcio, boro, magnésio e potássio. Os dados foram avaliados quanto a normalidade pelo teste de Shapiro Wilk e submetidos a análise de variância estudando a interação entre os fatores. Os resultados obtidos mostraram que a aplicação de cálcio, boro, magnésio e potássio apresentou maior teor de clorofila e melhor pegamento de flor. A aplicação de cálcio, boro e magnésio apresentou menor porcentagem de perda de massa dos frutos pós-colheita. A aplicação somente de potássio aumentou o teor de sólidos solúveis e para a acidez titulável não houve diferença entre os tratamentos.

Palavras-chave: Morango. Nutrição foliar. Qualidades.

ABSTRACT

Strawberries are a fruit that stands out for its importance in fruit growing and the economy, being widely used in various recipes and also consumed fresh, captivating people with their beauty, aroma, and flavor. However, to guarantee these characteristics in the fruit, it is essential that the plant is well-nourished. Therefore, this study aimed to evaluate the foliar application of calcium, boron, magnesium, and potassium in relation to chlorophyll content, flower setting, soluble solids content, and titratable acidity. The experimental design used was a randomized block design, with four treatments and five replications. The treatments were: T1 – control, T2 – calcium, boron, magnesium, T3 – potassium, T4 – calcium, boron, magnesium, and potassium. The data were evaluated for normality using the Shapiro-Wilk test and subjected to analysis of variance, studying the interaction between the factors. The results showed that the application of calcium, boron, magnesium, and potassium resulted in higher chlorophyll content and better flower setting. The application of calcium, boron, and magnesium also resulted in a lower percentage of post-harvest

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Agrônômica do Centro Universitário Campo Real, Guarapuava – PR, Brasil. (enga-joaoschemberk@camporeal.edu.br).

² Docente orientador(a) do curso de Engenharia Agrônômica do Centro Universitário Campo Real, Guarapuava – PR, Brasil. (prof_allisonsousa@camporeal.edu.br).

fruit weight loss. Applying potassium alone increased the soluble solids content, and there was no difference between treatments regarding titratable acidity.

Keywords: Strawberry. Foliar nutrition. Qualities.

1 INTRODUÇÃO

O morangueiro é uma cultura que possui grande destaque e importância na fruticultura, tendo o seu fruto como um dos que possui maior expressão econômica entre as pequenas frutas vermelhas. Presente em diversas receitas como em doces, geleias, sucos, bolos, tortas, cosméticos e mesmo o consumo in natura, o morango conquista os consumidores, não somente pelo seu sabor, mas também pela sua coloração e pelos benefícios que traz para a saúde, sendo um fruto rico em nutrientes, como fibras dietéticas e minerais, vitaminas, apresentando efeitos positivos contra doenças crônicas e degenerativas (AKIMOV et al., 2019).

Segundo a FAO o cultivo do morango vem crescendo a cada ano, de 2011 para 2021 a área total em hectares cultivadas aumentou em 20%, enquanto a produção subiu em 44%. Em 2021 a produção mundial de morangos foi de 9.175.384 toneladas em uma área cultivada de 389.665 hectares, calculando uma produção média de 23,5 toneladas/hectare.

No Brasil, a produção de morango também vem apresentando um crescimento significativo. Segundo a FAO, o país subiu quatro posições em dez anos, ocupando em 2021 a 8ª colocação no ranking, com uma produção de 197 mil toneladas, em 5084 hectares cultivados.

Minas Gerais é considerado o estado que concentra a maior produção brasileira de morangos, seguido por Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Espírito Santo, Santa Catarina, Distrito Federal, Bahia e Rio de Janeiro (EMBRAPA, EMATER-ASCAR-RS, 2020).

A cultura do morango é de grande importância para a economia e sociedade, sendo que o cultivo acontece na maior parte em áreas de produção agrícola familiar, gerando empregos e maior renda para as famílias, possibilitando a permanência no campo (WURZ et al., 2020). A opção pelo cultivo do morangueiro, é também uma

oportunidade de diversificar a produção agrícola, sendo uma alternativa ao cultivo de hortaliças, podendo transformar áreas produtoras em destinos turísticos (PINEDA; TORRES, 2017).

O cultivo do morango diretamente no solo apresenta algumas limitações pois, como é uma cultura que apresenta uma alta suscetibilidade em relação a pragas e doenças é necessário uma intensa utilização de defensivos agrícolas, e as dificuldades ergonômicas por ser cultivadas as plantas na superfície do solo vem tornando cada vez mais difícil encontrar mão de obra disponível para esse tipo de serviço (GODOI et al., 2009).

O plantio suspenso em túneis ou estufas em sistemas semi-hidropônico é uma alternativa que surgiu em relação ao plantio realizado diretamente no solo. Dessa forma é possível ter uma produção em longo período, podendo se estender durante todo o ano, pois permite melhor manejo de umidade, nutrientes, podas e colheitas, assim melhorando a qualidade fitossanitária das plantas (DIEL et al., 2018).

A cultura do morango exige uma disponibilidade constante de nutrientes. Além da fertirrigação, a utilização da aplicação de macro e micronutrientes via foliar é uma alternativa para melhorar a produtividade, formação e qualidade dos frutos, proporcionando frutos mais doces e saborosos e maior tempo de vida pós-colheita (Figueiredo et al., 2010).

O cálcio é um macronutriente que está relacionado na divisão celular, na estabilidade estrutural e fisiológica dos tecidos das plantas, ativação enzimática e também regular os processos de permeabilidade das células. A deficiência de cálcio no morango é responsável por reduzir a qualidade dos frutos, diminuir o tempo de vida pós-colheita, diminuir o teor de açúcar e acidez, além da produtividade que também é reduzida (PASSOS; TRANI, 2013).

O boro é um micronutriente que apresenta grande importância no metabolismo, no transporte de carboidratos, é constituinte de polissacarídeos, garantido maior resistência a parede celular, proporcionando frutos mais firmes e resistentes ao transporte e aumento no período de comercialização. O boro também está relacionado com a formação dos frutos, pois é responsável por estimular a germinação do grão de pólen e o crescimento do tubo polínico (TAIZ; ZEIGER, 2009).

O potássio é um macronutriente que está relacionado com a qualidade do morango, aumentando os teores de sólidos solúveis totais e de ácido ascórbico, melhorando também o sabor, o aroma, a cor e a firmeza dos frutos (Pacheco et al., 2007). Segundo Prado (2008), o potássio apresenta importância na formação de carboidratos das folhas, sendo responsável pela translocação desses assimilados para outras partes da planta, principalmente para os frutos.

O magnésio é um macronutriente que possui função estrutural, sendo componente essencial no processo de fotossíntese. Possui influência no metabolismo de nutrientes, estabilidade da membrana celular e também é responsável pela ativação de enzimas como as fosforiladas, as quais são responsáveis pela absorção de fósforo (Chen et al., 2018 ; Tian et al., 2021 ; Kumari et al., 2022)

Devido a importância dos nutrientes cálcio, boro, magnésio e potássio, este trabalho teve por objetivo avaliar a aplicação foliar desses nutrientes em relação ao pegamento de flor, sólidos solúveis, acidez titulável, porcentagem de perda de massa e clorofila.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na propriedade Vinícola Queimadas localizada na localidade Queimadas, interior do município de Prudentópolis-Pr (latitude 25°13'39.0"S e longitude 50°50'09.6"W). O clima que pertence a essa região é o subtropical. A temperatura média anual é de 18,4° C, com precipitação em média de 1446 mm por ano.

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação. O sistema de cultivo utilizado é o semi hidropônico, utilizando substrato. O substrato é colocado nas calhas, as quais ficam amarradas nas estruturas das bancadas. As bancadas são duplas, ou seja cada uma com duas fileiras de calhas, e o sistema de irrigação é por gotejamento.

Foram utilizadas 500 plantas de morango da cultivar Albion importadas da Espanha, nas quais foram feitos testes com aplicação foliar de cálcio 10%, boro 1%, magnésio 3%, sendo os três nutrientes em um único produto, utilizando 1,5ml por litro de água e mais potássio 26%, utilizando 2ml por litro de água. Foram realizadas 3 aplicações

no início da floração do morangueiro com intervalo de 1 semana entre cada aplicação, utilizando um volume de calda de 6 ml por planta.

O experimento teve seu início no dia 21 de setembro de 2025, onde foi feita a divisão das parcelas, sendo 20 no total, cada uma contendo 25 plantas. Neste dia também foi realizada a primeira aplicação dos produtos. O delineamento experimental utilizado foi o delineamento em blocos casualizados. O trabalho teve 4 tratamentos e 5 repetições, sendo eles: T1- testemunha, T2- cálcio, boro e magnésio, T3- potássio e T4- cálcio, boro, magnésio e potássio. Após a aplicação dos produtos foram feitas as avaliações do pegamento de flor, sólidos solúveis, acidez titulável, porcentagem de perda de massa e clorofila.

Para a avaliação do pegamento de flor foi feita a contagem das flores no mesmo dia da aplicação dos produtos e após 3 dias foi repetido esse procedimento sendo que a flor do morangueiro fica ativa para polinização entre 2 a 5 dias. Após 23 dias depois da contagem das flores foi feita a contagem dos frutos, para assim saber a quantidade de flores que teve pegamento.

Para a avaliação dos sólidos solúveis foi utilizado um liquidificador para obter o suco do morango e depois foi usado um refratômetro para fazer a medição. Para a avaliação da acidez titulável foram utilizados 10 ml de suco em 90 ml de água destilada, e em seguida foi feito a titulação com NaOH 0,1N até atingir o pH de 8,1. Os valores foram colocados na fórmula $ATT = P_m \times N \times V_1/V_2$, onde ATT= acidez titulável, P_m = peso molecular do ácido predominante, N= número de mols (0,1), V_1 = volume na titulação, V_2 = volume ou massa da amostra. Tanto para avaliação de sólidos solúveis, como acidez titulável, foi avaliado os frutos, sendo 9 frutos por parcela, 3 avaliados no dia da colheita, 3 avaliados 5 dias pós-colheita e 3 avaliados 7 dias pós-colheita.

Para a avaliação da porcentagem de perda de massa foram utilizados 9 frutos por parcela. Foi obtido o peso dos frutos no dia da colheita, sendo o peso inicial de 100%. Os frutos foram armazenados em bandejas plásticas sem tampa, em temperatura ambiente em local seco, fresco e arejado, e após 5 e 7 dias da colheita, foi obtido novamente o peso dos frutos e feito o cálculo da porcentagem de perda de massa em cada dia.

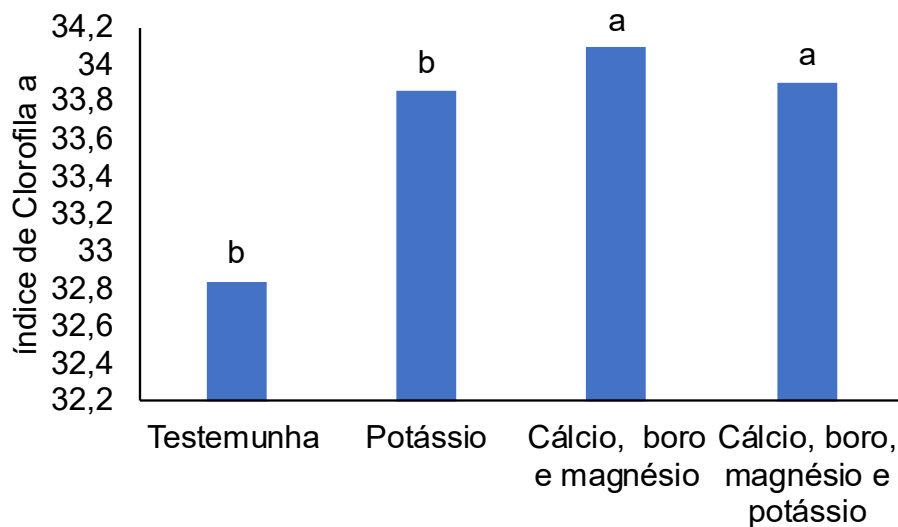
Para fazer a avaliação da clorofila foi utilizado clorofilômetro, o qual mede a refletância da luz nos diferentes comprimentos de onda nas folhas, assim estimando o teor de clorofila.

Os dados foram avaliados quanto a normalidade pelo teste de Shapiro Wilk e submetidos a análise de variância estudando a interação entre os fatores. Após, as médias foram agrupadas usando teste de Scott-Knott a 5% de significância ($p \leq 0,05$). Utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5,6 (FERREIRA, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste experimento, para a avaliação do teor de clorofila nas plantas de morangueiro em relação a aplicação foliar de cálcio, boro, magnésio, sendo os três nutrientes em um único produto e potássio, mostraram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos realizados. Na avaliação da clorofila a, pôde-se observar que o tratamento que recebeu a aplicação de cálcio, boro e magnésio teve o maior resultado, comparando com a testemunha, aplicação somente de potássio e aplicação de cálcio, boro, magnésio e potássio (Gráfico 1).

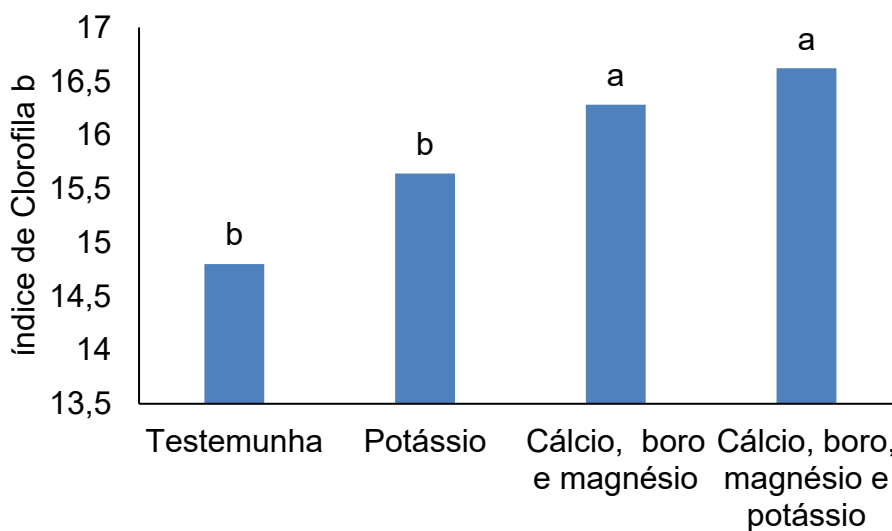
Gráfico 1 – Índice de clorofila a em relação a aplicação de cálcio, boro, magnésio e potássio na cultura do morangueiro



Fonte: O autor (2025)

Na avaliação da clorofila b, pôde-se observar que o tratamento que recebeu a aplicação de cálcio, boro, magnésio e potássio obteve o maior resultado, comparando com a testemunha, aplicação somente de potássio e aplicação de cálcio, boro e magnésio (Gráfico 2)

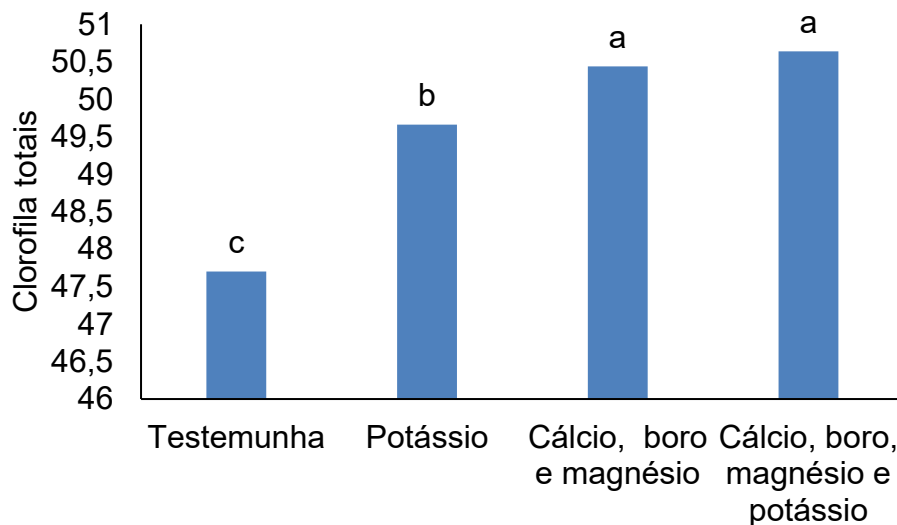
Gráfico 2 – Índice de clorofila b em relação a aplicação de cálcio, boro, magnésio e potássio na cultura do morangueiro



Fonte: O autor (2025)

Na avaliação do teor de clorofila total, sendo clorofila a + b, pôde-se observar que o tratamento que recebeu aplicação de cálcio, boro, magnésio e potássio, obteve o maior resultado, comparando com a testemunha, aplicação somente de potássio e aplicação de cálcio, boro e magnésio (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Índice de clorofilas totais em relação a aplicação de cálcio, boro, magnésio e potássio na cultura do morangueiro



Fonte: O autor (2025)

A clorofila a está presente em todos os organismos que fazem fotossíntese oxigênica. A clorofila a é o pigmento utilizado na realização da fase fotoquímica, enquanto a clorofila b são os pigmentos que auxiliam na absorção de luz e na transferência de energia radiada para os centros de reação (TAIZ e ZIEGER, 2004).

A aplicação de magnésio tende aumentar os níveis de clorofila nas plantas, pois esse nutriente atua diretamente na constituição das moléculas de clorofila (MALAVOLTA et al., 1997). Outra importância do magnésio é na fixação de CO₂, a qual é inibida se a planta apresentar deficiência desse nutriente (MALAVOLTA, 2006).

De acordo com argumentos de Goldbach et al. (2007) a deficiência de boro nas plantas pode comprometer o funcionamento das membranas do cloroplasto, dessa forma afetando o transporte de elétrons no tilacóide ocasionando a fotoinibição. As plantas que se apresentarem deficientes de boro podem também apresentar uma diminuição da área foliar e ter os compostos presentes na folha alterados, conseqüentemente podendo afetar indiretamente na fotossíntese e na transpiração. Segundo Silva (2007), em estudo realizado em folhas de mostarda com deficiência de boro, foi possível observar uma menor condutância estomática para o CO₂, redução de clorofilas, prejudicando assim o processo fotossintético.

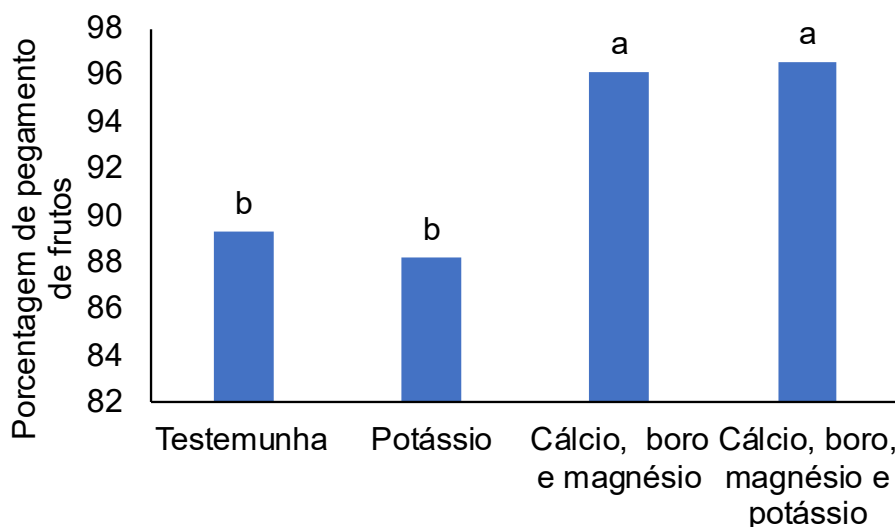
Segundo Besnarz e Oosterhuis (1999) e Zhao et al. (2001) plantas cultivadas com baixa nutrição de potássio apresentam teores de clorofila menor. O potássio é um

nutriente que atua na abertura e fechamento dos estômatos, e quando está em falta na planta a entrada de CO₂ é menor e por isso afeta a fotossíntese (FAQUIN, 2005). As clorofilas são pigmentos responsáveis por capturar a luz que é utilizada na fotossíntese, estando diretamente ligada com a fase fotossintética das plantas (JESUS; MACEDO, 2008).

O cálcio não está diretamente ligado na produção de clorofila. Esse nutriente é essencial para manter a integridade estrutural e o funcionamento das membranas e da parede celular, podendo interferir também na fotossíntese (Malavolta, 2006).

Em relação ao pegamento de flor nas plantas de morangueiro, foi possível observar que o tratamento que recebeu apenas aplicação de potássio, e a testemunha tiveram menor porcentagem de pegamento de flor. Já o tratamento que recebeu a aplicação de cálcio, boro, magnésio e potássio apresentou a maior porcentagem de pegamento de flor, mas com pouca diferença do tratamento que recebeu aplicação de cálcio, boro e magnésio (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Porcentagem de pegamento de flor em plantas de morangueiro em relação a aplicação de cálcio, boro, magnésio e potássio



Fonte: O autor (2025)

Os resultados obtidos mostram que com aplicação foliar de cálcio, boro, magnésio e potássio teve aumento significativo do pegamento de flor. O cálcio aplicado junto com o boro são nutrientes fundamentais para a fecundação das flores, e uma boa formação

dos frutos, pois atuam na germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico, (MALAVOLTA et al., 1997; LEE et al., 2009; FIGUEIREDO et al. 2013).

A aplicação via foliar de nutrientes como cálcio é uma maneira de melhorar o pegamento de flor (FERNANDEZ et al., 2015), pois as flores recebem uma quantidade menor de cálcio em relação as folhas, sendo que esse nutriente apresenta baixa redistribuição no floema, assim movimentando-se no xilema. As folhas possuem uma taxa maior de transpiração do que as flores e órgãos que estiverem em crescimento, dessa forma ocasionando um decréscimo de cálcio em meristemas florais, vegetativos e frutos (LIEBISCH et al., 2009; WHITE e BROADLEY, 2003).

O potássio é um nutriente que não possui ação diretamente no pegamento de flor, mas influencia na saúde da planta e aplicado juntamente com cálcio, boro e magnésio, contribui para se obter maior porcentagem de pegamento de flor. Segundo (Andriolo et al., 2010), o potássio possui participação no metabolismo de carboidratos, responsável por manter a turgescência da folha, sendo fundamental no equilíbrio eletroquímico da planta e transporte interno de açúcares. O magnésio, assim como o potássio não apresenta ações diretas em relação ao pegamento de flor, mas sua presença é fundamental para garantir a vida da planta. Segundo (Nezarat et al., 2018), o magnésio atua nas funções intracelulares das plantas, responsável por regular atividades metabólicas.

Em relação aos sólidos solúveis, o tratamento que recebeu aplicação apenas de potássio, apresentou melhor resultado comparando com os demais tratamentos, já em relação aos dias pós colheita, o fruto após cinco dias de colheita teve a porcentagem do brix pouco maior, comparando com o dia da colheita e sete dias pós colheita, exceto para o tratamento que recebeu a aplicação de cálcio, boro, magnésio e potássio (Figura 1).

Figura 1- Sólidos solúveis (°Brix) de frutos de morangueiros sobre diferentes adubações.

Tratamento	Sólidos Solúveis (° brix)					
	Dias após a colheita					
	0	5		7		
Testemunha	7	b	7,1	c	6,8	c
Potássio	8,5	a	8,9	a	8,7	a

Cálcio, Boro e Magnésio	7,8	a	8,2	b	8,1	a
Cálcio, Boro, Magnésio e						
Potássio	7,2	b	7,5	c	7,6	b

Fonte: O autor (2025)

Os resultados obtidos para a acidez titulável, não houve diferença entre os tratamentos, e também não teve diferença em relação aos dias pós colheita (Figura 2).

Figura 2- Acidez titulável (g ácido cítrico 100 mL⁻¹) de frutos de morangueiros sobre diferentes adubações.

Tratamento	Acidez titulável (g ácido cítrico 25 mL ⁻¹)					
	Dias após a colheita					
	0	5	7			
Testemunha	0,53	a	0,53	a	0,53	a
Potássio	0,53	a	0,53	a	0,53	a
Cálcio, Boro e Magnésio	0,53	a	0,53	a	0,53	a
Cálcio, Boro, Magnésio e						
Potássio	0,53	a	0,53	a	0,53	a

Fonte: O autor (2025)

Os resultados obtidos para a relação entre sólidos solúveis e acidez titulável, teve valores maiores para o tratamento que recebeu a aplicação somente de potássio. Com relação aos dias pós colheita, o fruto com cinco dias pós colheita teve valores maiores, exceto para o tratamento que recebeu a aplicação de cálcio, boro, magnésio e potássio (Figura 3).

Figura 3- Relação entre sólidos solúveis e acidez titulável de frutos de morangueiros sobre diferentes adubações.

Tratamento	Relação Sólidos Solúveis/ acidez titulável		
	Dias após a colheita		
	0	5	7

Testemunha	13,17	b	13,26	c	12,67	d
Potássio	16,04	a	16,6	a	16,25	a
Cálcio, Boro e Magnésio	14,74	a	15,26	b	15,15	b
Cálcio, Boro, Magnésio e Potássio	13,55	b	14	c	14,16	c

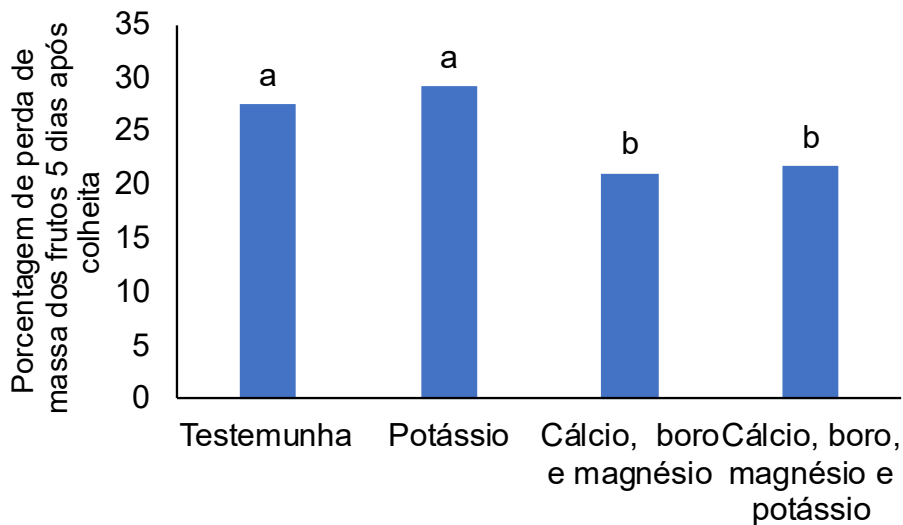
Fonte: O autor (2025)

Com base nos resultados obtidos nesse experimento para os sólidos solúveis e relação sólidos solúveis e acidez titulável, o tratamento que recebeu somente potássio apresentou melhor resultado, pois o potássio é um nutriente responsável pela qualidade do morango, aumentando os teores de sólidos solúveis e ácido ascórbico, melhora o sabor, a cor, o aroma e a firmeza dos frutos (Pacheco et al., 2007). Foi possível observar que quando aplicado junto com cálcio, boro e magnésio os valores para sólidos solúveis e relação sólidos solúveis e acidez titulável foram menores, pois segundo Fageria (1973), os carregadores de cálcio, magnésio e potássio possuem a mesma afinidade, ou semelhante. Dessa forma esses nutrientes competem pelos sítios de ligação dos carregadores, ocasionando o antagonismo (ASSIS; 1995). Com relação aos dias pós colheita, houve pequenas diferenças, sendo que os frutos com cinco dias pós colheita apresentaram valores maiores, tanto Chitarra e Chitarra (2005) quanto Cantillano (2006) dizem que é natural aumentar os teores de açúcar com avanço da maturação e isso acontece devido a perda de água ou diminuição da acidez.

Os resultados obtidos nesse experimento em relação a acidez titulável, não houve diferença entre os tratamentos aplicados, e também não teve diferença entre os dias pós colheita, sendo que a acidez titulável permaneceu a mesma. Os resultados se contradizem com Ávila et al. (2012) que observou um aumento no ph de morangos armazenados.

Em relação a porcentagem de perda de massa dos fruto com 5 dias pós colheita, o tratamento que recebeu a aplicação de cálcio, boro e magnésio, apresentou a menor porcentagem em comparação com os demais tratamentos (Gráfico 5).

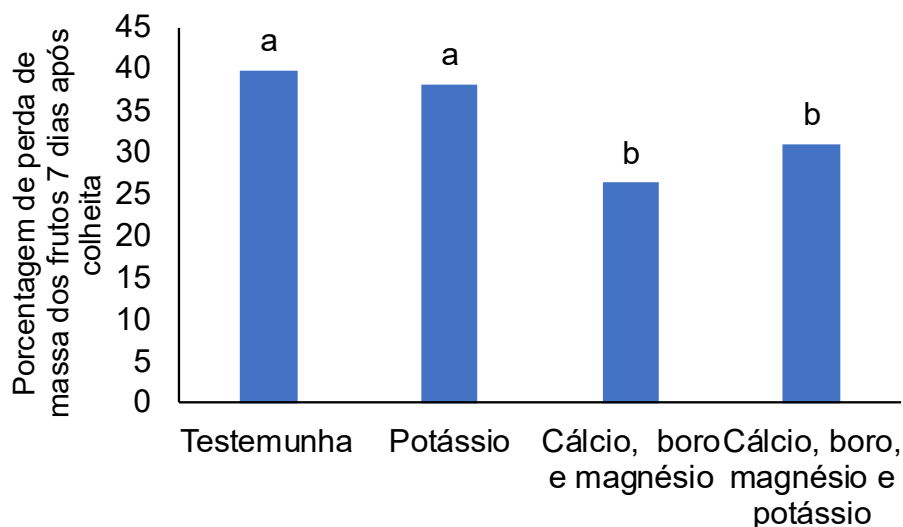
Gráfico 5 – Porcentagem de perda de massa em fruto de morangueiro cinco dias pós-colheita em relação a aplicação de cálcio, boro, magnésio e potássio



Fonte: autor (2025)

Na avaliação da porcentagem de perda de massa nos frutos com 7 dias pós-colheita, o tratamento que recebeu a aplicação de cálcio, boro, magnésio e potássio teve a menor porcentagem, comparando com os demais tratamentos (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Porcentagem de perda de massa em fruto de morangueiro sete dias pós-colheita em relação a aplicação de cálcio, boro, magnésio e potássio



Fonte: O autor (2025)

Os resultados obtidos mostram que a aplicação de cálcio, boro e magnésio diminui a porcentagem de perda de massa em frutos de morangueiro com 5 e 7 dias pós-colheita. O cálcio é um nutriente responsável pela estabilidade estrutural e fisiológica dos tecidos

da planta, regulando processos de permeabilidade das células, atuando também como ativador enzimático. A deficiência de cálcio no morango reduz a produtividade, a capacidade de conservação, a qualidade dos frutos, o teor de açúcar e acidez (PASSOS; TRANI, 2013).

O boro é um nutriente que participa no metabolismo e transporte dos carboidratos (Dechen e Nachtigall, 2006), faz parte também na constituição da estrutura de polissacarídeos, os quais são responsáveis por fornecer resistência à parede celular (Taiz e Zeiger, 2009), conseqüentemente aumentando a resistência dos frutos.

O magnésio é um nutriente que não apresenta ação direta na porcentagem de perda de massa dos frutos, mas segundo (Nezarat et al., 2018), o magnésio é fundamental na regulação metabólica e funções intracelulares das plantas.

O tratamento que recebeu a aplicação apenas de potássio, apresentou porcentagem elevada de perda de massa, comparando com os tratamentos que receberam aplicação de cálcio, boro, magnésio e aplicação de cálcio, boro, magnésio e potássio, contradizendo com Malavolta (2006), que afirma que o potássio apresenta efeito benéfico em relação ao armazenamento e resistência no transporte.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível concluir que a aplicação foliar de cálcio, boro, magnésio e potássio apresenta benefícios para a cultura do morangueiro, melhorando a qualidade metabólica das plantas, conseqüentemente ocasionando melhor pegamento de flores. A aplicação somente de potássio contribui para melhorar a qualidade organoléptica dos frutos, e a aplicação de cálcio, boro e magnésio contribui para reduzir a perda de massa nos frutos pós-colheita.

5 REFERÊNCIAS

AKIMOV, M. U. et al. [Nutrient value of fruit in promising strawberry varieties]. **Voprosy pitanila**, v. 88, n. 2, p. 64-72, 2019.

ANDRIOLO, J.L.; JANISCH, D.I.; SCHMITT, O.J.; DAL PICIO, M.D.; CARDOSO, F.L.; ERPEN, L. Doses de potássio e cálcio no crescimento da planta, na produção e na qualidade de frutas do morangueiro em cultivo sem solo. **Ciência Rural**, v.40, p.267-272, 2010.

ANTUNES, CORRÊA EDUARDO LUIS; BONOW, S.; JUNIOR, REISSER. Morango crescimento constante em área e produção. **Embrapa Clima Temperado (CPACT)**, v. 37, n. 2316-6304, p. 88-92, 25 maio 2020.

ASSIS, Renato Prudente de. **Nutrição mineral e crescimento de mudas de dendezeiro (*Elaeis guinensis* Jacq.) em função de diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva**. 1995. Dissertação (Mestrado Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

ÁVILA, J. M. M., et al. Influência do sistema de produção e do armazenamento refrigerado nas características físico-químicas e no desenvolvimento de compostos voláteis em morangos. **Ciência Rural**, v. 42, n. 12, p. 2265 – 2271, 2012.

BEDNARZ, C.W.; OOSTERHUIS, D.M. Physiological changes associated with potassium deficiency in cotton. **Journal of Plant Nutrition**, Athens, v.22, n.2, p.303-313, 1999.

CANTILLANO, R.F.F. **Fisiologia e manejo na pós-colheita de morangos**. In: CARVALHO, S.P. (Coord.) Boletim do Morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico. Belo Horizonte: FAEMG, p. 97 – 105, 2006.

Chen, ZC, Peng, WT, Li, J., Liao, H. (2018). Dissecção funcional e mecanismo de transporte de magnésio em planta. *Semin. Cell Dev. Biol.* 74, 142-152.

CHITARRA, MI. I. F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2º, ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

DECHEN, A.R. e NACHTIGALL, G.R. Micronutrientes. IN: FERNANDES, M.S. **Nutrição Mineral de Plantas**, Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. P.328-352.

DIEL, M. I. et al. Phyllochron and phenology of strawberry cultivars from diferente origins cultivated in organic substracts. **Scientia Horticulturae**, v.220, p. 226-232, 16 jun. 2017.

FAGERIA, N. K. Absorption of magnesium and its influence oh the uptake phosphorus, potassium and calcium by infact groundnut plants. **Plant and soil**, Holand, v. 40. n. 2., p. 313 – 320, 1973.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 186 p.

FERNÁNDEZ. V.; SOTIROPOULOS, T.; BROWN, P (2015). **Adubação foliar: fundamentos científicos e técnicas de campo**. – São Paulo: Abisolo.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, abr. 2014.

FIGUEIREDO, F. C.; BOTREL, P. P.; TEIXEIRA, C. P.; PETRAZZINI, L. L.; LOCARNO, M.; CARVALHO, J. G. Pulverização foliar e fertirrigação com silício nos atributos Físicoquímicos de qualidade e índices de coloração do morango. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34 n. 5, p. 1306-1311. 2010.

FIGUEIREDO, M. A.; PIO, R.; SILVA, T. C.; SILVA, K. N. (2013). Características florais e carpométricas e germinação in vitro de grãos de pólen de cultivares de amoreira preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, p.731-740.

GODOI, R. S.; ANDRIOLO, J. L.; FRANQUÉZ, G. G.; JANISCH, D. I.; ARDOSO, F. L.; VAZ, M. A. B. Produção e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo com emprego de substratos. **Ciência Rural**. v. 39, n. 4, p. 1039-1044, 2009.

GOLDBACH, H.E; HUANG; L; WIMMER, M.A. **Boron functions in plants and animals. Wuhan**, p. 3-25, 2007.

JESUS, S. V. de.; MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazonica**, Manaus, 2008, v. 38, n. 4, p. 815-818.

Kumari, VV, Banerjee, P., Verma, VC, Sukumaran, S., Chandran, MAS, Gopinath, KA, et al. (2022). Nutrição de plantas: uma maneira eficaz de aliviar o estresse abiótico em culturas agrícolas. **Int. J. Mol. Sci.** 23, 8519.

LEE, S.H.; KIM, W.S.; HAN, T.H. (2009). Effects of post-harvest foliar boron and calcium applications on subsequent season's pollen germination and pollen tube growth of pear (*Pyrus pyrifolia*). **Scientia Horticulture**, v.122, p.77- 82.

LIEBISCH, F.; MAX, J.F.J.; HEINE G.; HORST, W.J (2009). Blossom-end rot and fruit cracking of tomato grown in net-covered greenhouse in Central Thailand can partly be corrected by calcium and boron sprays. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v.172 p.140-150.

MALAVOLTA, E. **Elementos da nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. (1997). **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba 2. Ed.: POTAFOS, 319p.

Nezarat, S., Gholami, A., Asghari, H. R., e Baradaran Firouzabadi, M. Sweet Sorghum response to magnesium fertilization and top removal. **Sugar Tech**, v. 20, p. 305 – 311, 2018.

PACHECO, D. D.; DIAS, M.S.C.; ANTUNES, P. D.; RIBEIRO, D. P.; SILVA, J.J.C.; PINHO, D. B. Nutrição mineral e adubação do morangueiro. **Informe agropecuário**, v.28, p. 40-49, 2007.

PASSOS, F. A.; TRANI, P. E. Calagem e adubação do morangueiro. **Campinas, SP: Instituto Agrônomo de Campinas**, p. 16, 2013.

PINEDA, D. S.; TORRES, N. R. Diseño de um modelo de programación lineal para la planeación de producción em um cultivo de fresa. **Engenharia USBMed**, v. 8, n. 2027-5846, p. 7-11, 7 set. 2017.

PRADO, R.M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: UNESP, 2008. 408p.

SILVA, D.H. **Boro em mamoneira: Aspectos morfológicos e fisiológicos relacionados à deficiência e toxicidade**. 2007. Dissertação (Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura e Ambiente), Universidade de São Paulo, USP.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, p. 693, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre, 848p 2009.

Tian, XY, He, DD, Bai, S., Zeng, WZ, Wang, Z., Wang, M., et al. (2021). Avanços fisiológicos e moleculares na nutrição de plantas com magnésio. **Plant Soil**.

WHITE, P.J.; BROADLEY, M.R. (2003) Calcium in plants. *Annals of botany* v.92 p.487-511.

ZHAO, D.; OOSTERHUIS, D.M.; BEDNARZ, C.W. Influence os potassium deficiency on photosynthesis, chlorophyll content, and chloroplast ultrastructure of cotton plants. **Photosynthetica**, Netherlands, n.39, v.1, p. 103-109, 2001.