

# UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE COBRE (Cu) E SUA INTERFERÊNCIA NA CULTURA DO MORANGUEIRO SEMI-HIDROPÔNICO

MARCONATO, Adrian Jonas<sup>1</sup>

SOUSA, Allison John<sup>2</sup>

## RESUMO

O presente experimento buscou avaliar os efeitos da utilização de diferentes fontes de Cobre e suas respectivas interferências no número de flores totais, sadias e pós colheita da cultura do morangueiro semi-hidropônico na cultivar Albion. O experimento foi realizado em Guamiranga, no Paraná, em delineamento de blocos casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições. O início das aplicações se deu no início do mês de outubro, com aplicações a cada sete dias e tendo recorrência de quatro semanas consecutivas, as repetições de cada tratamento foram avaliadas para obtenção dos resultados. Sendo possível perceber que o resultado superior obtido no experimento foi a associação dos princípios acetato de cobre na dose (1,5ml/L) + fosfito de cobre (1ml/L). Ficando notada a importância do micronutriente em fase produtiva da cultura do morangueiro.

**Palavras-chave:** *Fragaria x ananassa*. Micronutriente. Pós-colheita.

## ABSTRACT

This experiment aimed to evaluate the effects of using different copper sources and their respective impacts on the total number of healthy flowers and post-harvest results of semi-hydroponic strawberry cultivation Albion. The experiment was conducted in Guamiranga, Paraná, in a randomized block design with four treatments and four replications. Applications began at the start of October, with applications every seven days and recurring for four consecutive weeks. The replications of each treatment were evaluated to obtain the results. It was observed that the superior result obtained in the experiment was the combination of copper acetate—(1,5ml/L) + copper phosphite (1ml/L). This highlights the importance of this micronutrient during the productive phase of strawberry cultivation.

**Keywords:** *Fragaria x ananassa*. Copper. Micronutrient.

---

<sup>1</sup> Adrian Jonas Marconato Acadêmico do curso de Engenharia Agrônômica do Centro Universitário Campo Real, Guarapuava – PR, Brasil. (enga-adrianmarconato@camporeal.edu.br).

<sup>2</sup> Allison Jhon Sousa Docente orientador(a) do curso de Engenharia Agrônômica do Centro Universitário Campo Real, Guarapuava – PR, Brasil. (prof-allisonsousa@camporeal.edu.br).

## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo do morangueiro (*Fragaria x ananassa*) tem apresentado significativa expansão no Brasil, impulsionado principalmente pelo elevado retorno econômico proporcionado pela cultura (Silveira & Guimarães, 2014). No Estado do Paraná, a atividade também se destaca: na safra de 2010, o morangueiro ocupou uma área de 535 hectares, com produção aproximada de 14,40 mil toneladas, correspondendo a cerca de 7% do Valor Bruto da Produção (VBP) da fruticultura estadual (SEAB, 2013).

O florescimento e a frutificação do morangueiro ocorrem nas gemas e são condicionados por diversos fatores fisiológicos. Esse processo envolve quatro etapas principais: indução, iniciação, diferenciação e antese (Verdial, 2004). A iniciação floral corresponde às alterações físicas e químicas que acontecem na gema, desencadeadas por estímulos florais percebidos pelas folhas. Durante a transição para a floração, o ápice do caule vegetativo transforma-se em reprodutivo. A diferenciação floral consiste na formação e no desenvolvimento dos órgãos florais dentro do botão. Já a antese representa a fase final do florescimento, quando os órgãos florais se abrem, permitindo a polinização e, conseqüentemente, a fertilização. A diferenciação das gemas, por sua vez, é influenciada tanto por fatores genéticos quanto ambientais (Guttridge, 1985).

Entre os diversos fatores ambientais que influenciam o desenvolvimento do morangueiro, o comprimento do dia e a temperatura desempenham papéis fundamentais no processo de indução floral (Galletta & Bringhurst, 1989 apud Verdial, 2004). Segundo Bueno et al. (2002), o potencial de florescimento da cultura pode ser afetado por fatores internos, pela temperatura, pelo fotoperíodo ou pela interação entre esses elementos, sendo que a sensibilidade a tais condições varia conforme a cultivar. Em cultivares não reflorentes, o florescimento ocorre apenas quando se verificam condições ambientais favoráveis, caracterizadas por dias curtos — inferiores a 14 horas de luz diária — e temperaturas reduzidas, geralmente abaixo de 15 °C.

Em razão da susceptibilidade a várias doenças, a cultura do morango sofre com aplicações constantes de agroquímicos (Liz et al., 2020). No entanto, como estratégia para tornar essa atividade mais sustentável, a cultura nos últimos anos tem passado por mudanças, a migração para sistemas de cultivo menos impactantes, como sistemas de

produção orgânica e cultivo sem solo (Radin et al., 2011). O cultivo sem solo (hidroponia) e cultivo em substratos está normalmente aliado a sistemas protegidos de cultivo, onde estes constituem uma alternativa para diminuir os problemas fitossanitários e facilitar o manejo da cultura, e ainda permitem aumentar a densidade das plantas e a produtividade, diminuindo os custos da produção (Giménez et al., 2008).

O cultivo sem solo apresenta-se como uma alternativa eficaz para solucionar esses problemas, já que utiliza bancadas elevadas, facilita o manejo e diminui a incidência de doenças radiculares. Esse sistema de cultivo já está difundido na Europa, principalmente na Inglaterra, Bélgica e Holanda (LIETEN et al., 2004).

A escolha das cultivares é um fator fundamental para o sucesso no cultivo do morangueiro, devendo-se selecionar aquelas mais adequadas à região, levando em conta características como temperatura e fotoperíodo (DUARTE FILHO et al., 2007).

A cultivar Albion é predominantemente destinada ao consumo in natura, devido à sua ampla aceitação pelo mercado consumidor. Além disso, apresenta elevada produtividade e maior tempo de conservação quando comparada a outras cultivares. Para produção, a cultivar necessita de dias longos, para favorecer o aparecimento de flores e frutos com características por Carvalho et al. (2011), na região de Pelotas (RS): média de 16,3 frutos por planta, com 16,9 g por frutos e 277,3 g de frutos por planta em cada ciclo de floração (MARCONDES et al., 2018).

Produtos à base de cobre têm sido usados em plantas cultivadas, visando o aumento de sanidade e conseqüentemente controle de doenças na cultura. O cobre (Cu) é um metal de transição redox-ativo essencial, participando de diversos processos fisiológicos nas plantas, pois pode assumir diferentes estados de oxidação no ambiente celular. Sob condições fisiológicas, o Cu existe como  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Cu}^{+}$ . Ele atua como um elemento estrutural em proteínas reguladoras e participa do transporte de elétrons fotossintéticos, respiração mitocondrial, respostas ao estresse oxidativo, metabolismo da parede celular e sinalização hormonal (Marschner, 1995; Raven et al., 1999).

O cobre (Cu), apesar de ser exigido em pequenas quantidades pelas plantas, é um nutriente essencial para o crescimento das plantas quando em níveis adequados, sendo conhecido por desenvolver importante papel na nutrição mineral, bioquímica e

fisiologia das plantas, uma vez que é parte de grupos prostéticos de enzimas ou faz parte da estrutura de moléculas importantes (MARSCHNER, 1995).

O objetivo do trabalho foi analisar a interferência de diferentes fontes e manejos com cobre (Cu) sobre a cultura do morangueiro.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento teve sua condução no Sítio Sopro do Vento, que está localizado na comunidade de Queimadas, interior do município, com coordenadas 25°13'35"S e longitude 50°50'16"W, com altitude aproximada de 960 metros. A casa de vegetação em que foi implantado o experimento foi o modelo em arco conjugado com 51,0 m de comprimento, 14,0 m de largura sendo dois arcos de 7,0 m conjugados, pé direito de 3,0 m, altura de 4,0 m, cobertura de PEDB, com aditivo UV e espessura de 150mm. O espaçamento entre as plantas já implantadas era de 15cm entre planta, 6,66 plantas por metro linear.

Assim, cronologicamente, ocorreu a poda das plantas utilizadas no experimento através da técnica de poda manual das folhas velhas e danificadas a qual consiste em tirar as folhas por completo da planta, e posteriormente feita a remoção de cachos sem frutos com a utilização de uma tesoura de poda.

Posteriormente, foi realizado a demarcação da área utilizada na execução do experimento utilizando marcadores agrícolas e tendo como referência para demarcação a própria estrutura de bancada, a qual conta com o número de 10 plantas por parcela. Dando início ao experimento, foi realizado o delineamento de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições, onde cada parcela tinha 1,50 metros de comprimento linear e abertura de calha de plantio de 15 centímetros, totalizando assim uma área experimental aproximada de 12m<sup>2</sup> (figura 01).

**Figura 1.** Disposição dos tratamentos e repetições do experimento, realizado no município de Guamiranga, estado do Paraná, no ano de 2025.



**Fonte:** O autor (2025).

Sendo quatro tratamentos realizados dispostos da seguinte forma: Tratamento 01 (Upblue <sup>®</sup>) – acetato de cobre 4% na dosagem 150ml/100L; Tratamento 02 (Ufsafe <sup>®</sup>) – fosfito de cobre 4% na dosagem 100ml/100L; Tratamento 03 – acetato de cobre 4% (Usafe <sup>®</sup>) + fosfito de cobre 4% (Upsafe <sup>®</sup>) seguindo as mesmas dosagens dos tratamentos 01 e 02; Tratamento 04 sendo a testemunha dos testes.

Desse modo, os posteriores tratamento foram aplicados da seguinte forma; Tratamento 01 – aplicação de acetato de cobre com intervalo de 7 dias; Tratamento 02 – aplicação de fosfito de cobre com intervalo de 7 dias; Tratamento 03 – aplicação de acetato de cobre com intervalo de 7 dias, associado, a aplicação de fosfito de cobre com intervalo de 15 dias; Tratamento 04 sendo a testemunha do presente experimento.

A aplicação de todos os produtos ocorreu logo no início dos dias às 7:00 a.m através de um pulverizador elétrico que possui vazão constante, essencial para uma aplicação igualitária nas parcelas, não influenciando nos resultados da avaliação futura do experimento. Durante o período do experimento foram realizadas duas aplicações de inseticidas em toda a lavoura: ambas aplicações de abamectina 18% na dosagem de 100ml/100L com intervalo entre aplicações de sete dias.

A coleta de resultados ocorreu em cinco momentos, sete dias após a última aplicação dos defensivos, buscando avaliar sanidade de plantas (figura 02) e quantidade

e número de flores que estavam sadias e se transformando em frutos nos seus respectivos blocos (tabela 01). Nesse mesmo dia foi realizada a colheita de 16 frutos por bloco, aonde foi avaliado o pós colheita levando como base de avaliação os seguintes aspectos: peso médio, brix, acidez titulável e relação sólido solúveis / acidez (tabela 02).

As avaliações dos aspectos de pós colheita foram avaliados de maneira única, cada bloco representou 4 bandejas com 4 morangos resfriados em 5°C, sendo pesados no dia da colheita através de uma balança de precisão e pesados novamente no dia de sua respectiva avaliação na mesma balança. Com o equipamento refratômetro digital foram expressas as medidas de sólido solúveis (BRIX);

Acidez titulável foi obtida através da fórmula (figura 2), com isso obtemos a relação sólido solúveis / acidez através da fórmula: ACIDEZ TITULÁVEL / SÓLIDOS SOLÚVEIS = RELAÇÃO SÓLIDOS SOLÚVEIS / ACIDEZ.

**Figura 2.** Fórmula para obtenção de acidez titulável no pós colheita da cultura do morango em experimento realizado no município de Guamiranga, estado do Paraná, no ano de 2025.

$$ATT = \frac{Pm \times N \times V1}{V2}$$

Onde:

- ATT:** Acidez Titulável Total;
- Pm:** Peso Molecular do Ácido Predominante;
- N:** Número de Mols (0,1);
- V1:** Volume na Titulação;
- V2:** Volume ou Massa da Amostra.

Os dados obtidos foram avaliados quanto à normalidade pelo Teste de Shapiro Wilk, submetidos à análise de variância e quando significativos, as médias foram comparadas pelo 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

Desse modo, verificou-se que o melhor resultado, foi obtido pelo tratamento 03 utilizando o princípio ativo acetato de cobre 4% + fosfito de cobre 4% (Tabela 01), onde foi possível verificar que houve uma incidência superior no número de flores e também aonde obteve-se número superior de pegamento das mesmas, pois das 10 plantas de cada parcela do referido tratamento; obteve-se uma média de 43 flores totais sendo 39,5 flores intactas por planta (Figura 3).

**Figura 3.** Avaliação do número de flores sadias na cultura do morango em experimento realizado no município de Guamiranga, estado do Paraná, no ano de 2025.



**Fonte:** O autor (2025).

Já no tratamento utilizando o princípio acetato de cobre (4%), onde foram obtidas média de 39,5 flores totais com 35,25 flores intactas por planta, seguindo pelo tratamento com princípio fosfito de cobre que obteve-se o valor de 34 flores totais com 32,5 flores intactas por planta. Além da testemunha aonde não ocorreu nenhuma aplicação de fonte de cobre e se obteve o resultado inferior, visto a falta de manejo para a sanidade das plantas com a presença de 35 flores totais com 27,5 flores intactas apenas.

**Tabela 1** – Número de flores, vinte e oito dias após primeira aplicação na integração de diferentes fontes de cobre no manejo da cultura do morango, em área experimental em Guamiranga, no estado do Paraná.

Tratamentos	Flores totais	Flores intactas	Porcentagem pegamento
Acetato de cobre	39,5 ba	35,2 ba	89,11
Fosfito de cobre	34 b	32,5 b	95,58
Acetato + fosfito de cobre	43 a	39,5 a	91,86
Testemunha	35 b	27,5 c	78,57

**Fonte:** O autor (2025).

O segundo momento de avaliação, foi realizado testes de pós colheita em 4 porções de frutos por bloco, com testes realizados no dia da colheita, dois, quatro e seis dias respectivamente. Observou-se que o tratamento utilizando acetato de cobre, obteve um desempenho superior frente a outros tratamentos no requisito relação sólidos solúveis, expostos em grau brix, onde obteve-se o resultado de 7,375° seguidos pelo tratamento com acetato + fosfito de cobre 7,1°. Por sequência o tratamento com fosfito de cobre 6,875° e por fim a testemunha com o resultado inferior sendo 6,175° (Tabela 2).

Observou-se também que o tratamento utilizando acetato de cobre, obteve o resultado superior frente a outros tratamentos no requisito acidez titulável com média de 0,346, seguido pelo tratamento com fosfito de cobre 0,336. Por sequência o tratamento com acetato + fosfito de cobre onde apresentou uma relação de 0,31. E por fim a testemunha, onde obteve-se o resultado inferior com uma relação 0,303 (Tabela 2).

Deste modo, observou-se que o tratamento utilizando fosfito de cobre, obteve o desempenho superior frente a outros tratamentos no requisito relação entre sólidos solúveis / acidez com média de 22,75, seguido por acetato de cobre 21,29. Por sequência o tratamento com acetato + fosfito de cobre 21,13. E por fim a testemunha, onde obteve-se o resultado inferior com 19,97 (Tabela 2).

**Tabela 2** – Avaliação pós colheita realizada no momento da colheita do morango vinte e oito dias após a primeira aplicação na integração de diferentes fontes de cobre no manejo da cultura do morangueiro, em área experimental em Guamiranga, no estado do Paraná, no ano de 2025.

Tratamentos	Relação sólidos solúveis	Acidez titulável	Relação sólidos solúveis / acidez
Acetato de cobre	7,375 a	0,346 a	21,29 ba
Fosfito de cobre	7,1 b	0,336 c	22,75 a
Acetato + fosfito de cobre	6,875 b	0,31 ca	21,13 ba
Testemunha	6,175 c	0,303 cb	19,97 b

Fonte: O autor (2025).

No terceiro período de avaliação, dois dias após a colheita dos frutos, pode-se observar que o tratamento utilizando acetato de cobre continua com desempenho superior no requisito relação sólidos solúveis com grau médio expresso em 7,2, seguido pelo tratamento com acetato + fosfito de cobre com 6,75 e consecutivamente o tratamento com fosfito de cobre com 5,875. E por fim, a testemunha tendo resultado expresso em 5,6.

Observou-se também que o tratamento utilizando fosfito de cobre, obteve resultado superior frente a outros tratamentos no requisito acidez titulável com média de 0,431, seguido pelo tratamento com acetato + fosfito de cobre 0,361. Por sequência o tratamento com acetato de cobre onde apresentou uma relação de 0,34. E por fim a testemunha, onde obteve-se resultado inferior com uma relação 0,314 (tabela 3).

Deste modo, observou-se que o tratamento utilizando acetato de cobre, obteve desempenho superior frente a outros tratamentos no requisito relação entre sólidos solúveis / acidez com média de 21,07, seguido por acetato + fosfito de cobre 18,724. Por sequência a testemunha com 17,81. E por fim o tratamento com fosfito de cobre, onde obteve-se resultado inferior com 13,602 (tabela 3).

**Tabela 3** – Avaliação pós colheita realizada dois dias após a colheita, em área experimental em Guamiranga, no estado do Paraná, no ano de 2025.

Tratamentos	Perda de massa em %	Relação sólidos solúveis	Acidez titulável	Relação sólidos solúveis / acidez
-------------	---------------------	--------------------------	------------------	-----------------------------------

Acetato de cobre	1,597 b	7,2 a	0,342 cb	21,07 a
Fosfito de cobre	0,25	5,875 c	0,431 a	13,602 c
Acetato + fosfito de cobre	0 b	6,75 b	0,361 b	18,724 b
Testemunha	4,09 a	5,6 c	0,314 c	17,815 b

Fonte: O autor (2025).

No quarto período de avaliação, quatro dias após a colheita dos frutos, pode-se observar que o tratamento utilizando acetato de cobre continua com desempenho superior no requisito relação sólidos solúveis com grau médio expresso em 6,825, seguido pelo tratamento com acetato + fosfito de cobre com 5,225 e consecutivamente a testemunha com grau médio de 5,0. E por fim, o tratamento com fosfito de cobre com 4,575.

Observou-se também que o tratamento utilizando fosfito de cobre, obteve resultado superior frente a outros tratamentos no requisito acidez titulável com média de 0,462, seguido pelo tratamento com acetato + fosfito de cobre 0,456. Por sequência o tratamento com acetato de cobre onde apresentou uma relação de 0,454. E por fim a testemunha, onde obteve-se resultado inferior com uma relação 0,339 (tabela 4).

Deste modo, observou-se que o tratamento utilizando acetato de cobre, obteve-se desempenho superior frente a outros tratamentos no requisito relação entre sólidos solúveis / acidez com média de 15,025, seguido por acetato + fosfito de cobre 14,747. Por sequência a testemunha com 11,47. E por fim o tratamento com fosfito de cobre, onde obteve-se resultado inferior com 9,904 (tabela 4).

**Tabela 4** – Avaliação pós colheita realizada quatro dias após a colheita, em área experimental em Guamiranga, no estado do Paraná, no ano de 2025.

Tratamentos	Perda de massa em %	Relação sólidos solúveis	Acidez titulável	Relação sólidos solúveis / acidez
Acetato de cobre	15,026 c	6,825 a	0,454 a	15,025 a
Fosfito de cobre	9,905 a	4,575 d	0,462 a	9,904 c
Acetato + fosfito de cobre	11,471 b	5,225 b	0,456 b	11,470 b

Testemunha	14,747 c	5 c	0,339 b	14,747 a
------------	----------	-----	---------	----------

Fonte: O autor (2025).

No quinto período de avaliação, seis dias após a colheita dos frutos, pode-se observar que o tratamento utilizando acetato de cobre continua com o desempenho superior no requisito relação sólidos solúveis com grau médio expresso em 6,7, seguido pelo tratamento com acetato + fosfito de cobre com 4,675 e consecutivamente a testemunha com grau médio de 3,95. E por fim, o tratamento com fosfito de cobre com 3,85.

Observou-se também que o tratamento utilizando acetato de cobre, obteve-se resultado superior frente a outros tratamentos no requisito acidez titulável com média de 0,524, seguido pelo tratamento fosfito de cobre 0,485. Por sequência o tratamento com acetato + fosfito de cobre onde apresentou uma relação de 0,410. E por fim a testemunha, onde obteve-se resultado inferior com uma relação 0,374 (tabela 5).

Deste modo, observou-se que o tratamento utilizando acetato de cobre, obteve-se desempenho superior frente a outros tratamentos no requisito relação entre sólidos solúveis / acidez com média de 12,788, seguido por acetato + fosfito de cobre 11,391. Por sequência a testemunha com 10,558. E por fim o tratamento com fosfito de cobre, onde obteve-se o resultado inferior com 7,942 (tabela 5).

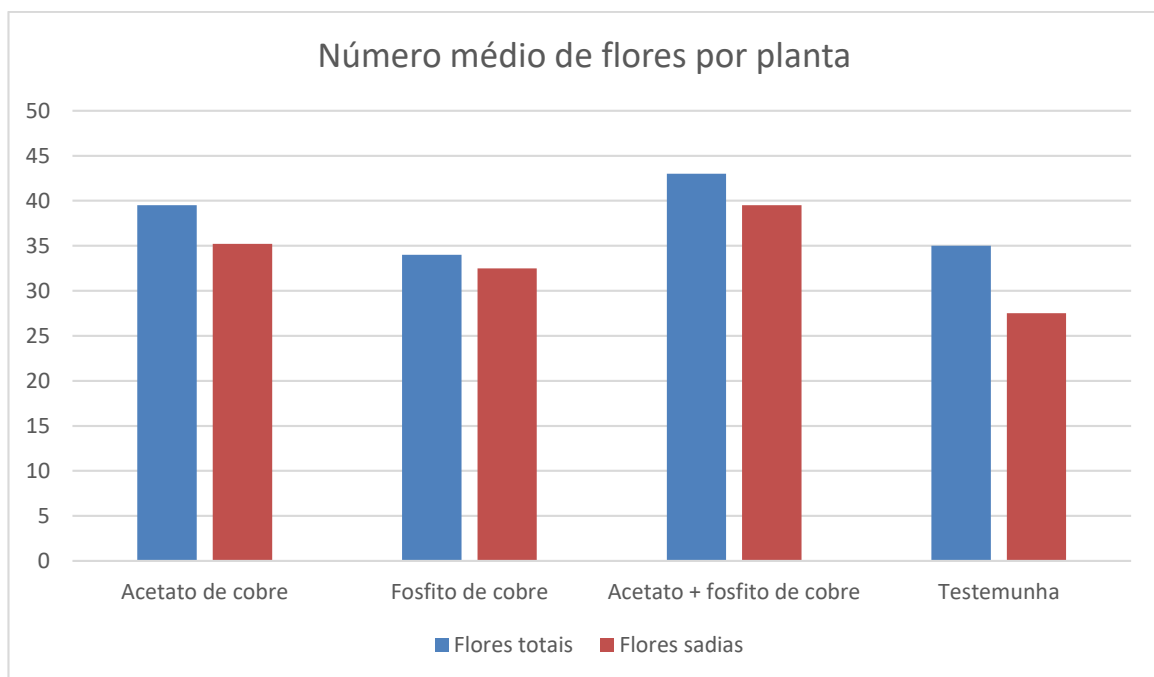
**Tabela 5** – Avaliação pós colheita realizada seis dias após a colheita, em área experimental em Guamiranga, no estado do Paraná, no ano de 2025.

Tratamentos	Perda de massa em %	Relação sólidos solúveis	Acidez titulável	Relação sólidos solúveis / acidez
Acetato de cobre	16,058 c	6,7 a	0,524 a	12,788 a
Fosfito de cobre	16,05 a	3,85 d	0,485 a	7,942 c
Acetato + fosfito de cobre	7,30 b	4,675 b	0,410 b	11,391 b
Testemunha	13,076 c	3,95 c	0,374 b	10,558 a

Fonte: O autor (2025).

Como foi possível verificar, na primeira avaliação (gráfico 1) referente ao número de flores e flores sadias por planta, o resultado superior foi apresentado pelo tratamento utilizando acetato + fosfito de cobre, onde 28 dias após a inicialização do manejo obteve-se um número de flores 8,13% maior das quais apresentam o número de flores intactas 10,88% maior em relação ao tratamento com acetato de cobre. 20,93% superior ao tratamento com fosfito de cobre no quesito número total de flores e 17,72% maior no quesito flores intactas. E quando levado em consideração a testemunha, resultado 18,60% maior no número de flores totais e, 30,38% maior no número de flores intactas das plantas de morangueiro.

**Gráfico 1** – Número médio de flores totais e intactas por planta na cultura do morangueiro, primeira avaliação realizada em um experimento conduzido no município de Guamiranga, estado do Paraná, no ano de 2025.



Fonte: O autor, 2025.

Como na primeira avaliação, as posteriores apresentaram um melhor resultado no tratamento com acetato + fosfito de cobre em todos os aspectos necessários para um melhor pós colheita como, melhor relação sólidos solúveis mesmo com alto tempo de prateleira e menor perda de massa em virtude de sua maior sanidade e número de flores.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram a importância do microelemento cobre na nutrição e proteção das plantas, e que diferentes fontes de Cu para aplicação foliar apresentam resultados distintos, e o efeito de cada uma delas no número de flores total e sadias, o que conseqüentemente aumenta a produtividade da cultura.

A aplicação de fosfito de cobre apresentou a menor redução de flores sadias em comparação ao total produzido pela planta (6,3%), no entanto apresentou praticamente a mesma quantidade de flores totais que a testemunha, demonstrando que o foco deste produto não está no efeito nutricional, mas sim protetivo e indutor de resistência.

As aplicações de Cobre bioativo (acetato de cobre) demonstra que este produto tem ação nutricional na planta, ao potencializar o pegamento de flores, aumentando em 11,5% o número total de flores em comparação à Testemunha. Em relação as flores sadias este aumento foi de quase 30% em comparação à Testemunha.

Estes resultados demonstram que os polissacarídeos presentes no Cobre bioativo (acetato de cobre) atuam como agente quelantes facilitando a absorção de Cu, proporcionando maior disponibilidade desse nutriente e promovendo o pegamento da flor (Zambolin et al., 2012).

A testemunha foi a que apresentou a maior redução nas flores sadias, com diminuição em 29,7% em relação ao total de flores produzidas.

A associação de Fosfito de cobre com Cobre bioativo proporcionou a maior número total de flores por planta, e uma redução de 10% em flores sadias, com um aumento de 22% no número total de flores e de 44% no número de flores sadias, quando comparado à Testemunha. Demonstrando que a ação conjunta dos dois produtos foi capaz de atuar na indução de resistência da planta, bem como na ativação de diversos mecanismos fisiológicos da planta, aumentando de forma significativa o número de flores e a produtividade da cultura.

O efeito do cobre no controle de doenças é bem descrito e bem documentado em diversos trabalhos, seja na ação direta sobre patógenos ou como indutor de resistência contra fungos e bactérias. Diversos são os trabalhos que demonstram a sua ação no controle de diversas doenças em várias culturas, como por exemplo, à requeima (*Phytophthora infestans*) na batata, Brusone no arroz, *Erwinia amylovora* na macieira, *Xanthomonas vesicatoria* em tomate, e muitas outras (Zambolin et al., 2012).

Isso se deve ao fato de o cobre atuar como elemento essencial em diversos sistemas enzimáticos relacionados à defesa das plantas contra infecções, à produção de compostos antimicrobianos e ao fortalecimento da resistência geral às doenças. O Cu é componente de várias proteínas e enzimas vegetais, como a polifenoloxidase, superóxido dismutase e peroxidases (Elmer, 2023), além da sua participação na formação da lignina (Fagan et al., 2022), conferindo resistência física aos patógenos.

Fosfitos de cobre ativam a produção de fitoalexinas, as quais inibem a germinação e o crescimento de esporos de fungos. O fosfito de cobre utilizado neste trabalho possui como características o pH próximo da neutralidade, e ação direta sobre patógenos (fungos e bactérias), e indireta ao estimular a produção de fitoalexinas nas plantas, conferindo maior resistências as doenças.

O cobre é um micronutriente essencial para as plantas e desempenha um papel crucial no metabolismo vegetal, incluindo a floração e a produção de frutos.

Mesmo na ausência de doenças ou estresse abiótico, a deficiência de Cu afeta muitos processos fisiológicos nas plantas, como o processo reprodutivo das plantas. Ele está envolvido na fertilidade dos grãos de pólen, e sua deficiência causa baixa produção de frutos (Zambolin et al., 2012). Baixos níveis de cobre ou a sua deficiência, extremos de calor, frio ou seca causam a perda da viabilidade do pólen, o que reduz a produção.

Baixa produção e qualidade de trigo, cevada e alguns cultivares de aveia são consequências da deficiência de Cu, com redução de até 70% na produção (Zambolin et al., 2012). A deficiência de cobre afeta a formação de grãos muito mais que o crescimento vegetativo.

Uma diminuição na atividade de polifenoloxidase devido à deficiência de Cu pode ser indiretamente responsável pelo atraso na floração e maturação de crisântemos (Reuter et al., 1981, apud Elmer, 2023). O desenvolvimento dos grãos de trigo e cevada é fortemente afetado pela deficiência de cobre, com florescimento e maturação atrasados em até duas semanas (Solberg et al., 1999, apud Elmer, 2023). Reduções acentuadas na viabilidade do pólen e no desenvolvimento do grão ocorrem se o Cu for deficiente durante os estágios iniciais da germinação das sementes até a fase de florescimento. O cobre também está envolvido na formação de lignina, e a lignificação da parede celular da antera é essencial para que os estames se rompam e liberem o pólen (Dell, 1981,

apud Elmer, 2023). Cu adequado fornece maior teor de amido no pólen e nos ovários (Knight et al., 1973, apud Elmer, 2023).

Qual o custo para o produtor, já é padrão de uso do produtor

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Portanto, conclui-se que nas condições desse trabalho o manejo que apresentou resultados superiores, que, se deu através da junção de dois princípios, sendo acetato de cobre + fosfito de cobre. Ficando clara a importância do micronutriente visto seus benefícios trazidos quando aplicados de maneira correta e com fontes corretas do nutriente, tendo assim, melhor e maior número de flores por planta além do maior tempo de pós colheita, característica essa muito importante para produtores que exportam sua produção.

#### **5 AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente a Deus, que concedeu-me o dom da vida e nunca deixou-me faltar energia e forças para conclusão da formação acadêmica.

Agradeço também a minha esposa e família, pelo incentivo e auxílios em todos os momentos dessa caminhada em especial ao meu pai, o exemplo de homem que me direcionou em todos os dias da minha vida para que chegasse este momento.

Aos professores do Curso de Engenharia Agrônômica do Centro Universitário Campo Real, de Guarapuava, no Paraná, por todas experiências e conhecimento compartilhado. Em especial ao professor Allison John de Sousa orientador do presente experimento.

#### **6 REFERÊNCIAS**

ELMER, W.H. Capítulo 12 – Cobre e Doença de Planta. IN: Datnoff, L. E.; Elmer, W. H.; Rodrigues, F.A (orgs.). **Nutrição Mineral e Doenças de Planta**. Piracicaba: Editora Pecege, 2023.

FAGAN, E.B.; NETO, D.D.; RODRIGUES, J.D.; ONO, E.O.; REIS, M.R. dos. **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, Relações hídricas e Nutrição Mineral**. Piracicaba: Pecege Editora, 2022.

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

GODOI, Rodrigo dos Santos; ANDRIOLO, Jerônimo Luiz; FRANQUÉZ, Gustavo Gimenez; JÄNISCH, Djeimi Isabel; CARDOSO, Francieli Lima; VAZ, Marcos André Braz. **Produção e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo com emprego de substratos**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1039–1044, jul. 2009.

GUTTRIDGE, C. G. **Fragaria x ananassa**. In: HALEVY, A. H. (Ed.). *Handbook of Flowering*. Boca Raton: CRC Press, 1985. v. 3, p. 16-33.

MARCONDES, Matheus Sevillano. **Qualidade pós-colheita de morango ‘Albion’ cultivado em sistemas de produção convencional, integrado e orgânico**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2018.

MENDES, Filipe Oliveira. **Produção de três cultivares de dias neutros de morangueiro (Fragaria x ananassa Duch) cultivados no solo e fora do solo**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Ibirubá, Ibirubá, 2021.

MUTEMBA, Teresa Orlando. **Desenvolvimento de instrumentos para o manejo integrado do mofo-cinza (Botrytis cinerea) na cultura do morangueiro (Fragaria x ananassa Duch)**. 2024. Dissertação (Mestrado em Proteção Vegetal) – Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, 2024.

PARANÁ (Estado). Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. **Morango – Área e Produção por região administrativa da SEAB – 2007 a 2011**. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/fru5.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2025.

PAULUS, Dalva; SANTIN, Anderson; BECKER, Dislaine. **Potencial produtivo e qualidade de frutos de cultivares de morangueiro em substrato**. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Curitiba, v. 22, n. 6, p. 1–22, 2024.

PIOVESAN, Fabiula de Lima; HOJO, Ellen Toews Doll. Desempenho de morangueiro San Andreas com a utilização de diferentes substratos. **Revista Cultivando o Saber**, Edição Especial, p. 59–68, 2020.

RADIN, Bernadete; LISBOA, Bruno B.; WITTER, Sídia; BARNI, Valmor; REISSER JÚNIOR, Carlos; MATZENAUER, Ronaldo; FERMINO, Maria Helena. Desempenho de

quatro cultivares de morangueiro em duas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 287–291, abr. 2011.

RONQUE, Edson Roberto Vaz et al. **Viabilidade da cultura do morangueiro no Paraná – BR. *Revista Brasileira de Fruticultura***, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1032-1041, dez. 2013.

ZAMBOLIN, L.; VENTURA, J.A.; JÚNIOR, L.A.Z. **Efeito da nutrição mineral no controle de doenças de plantas**. Viçosa, MG, 312p, 2012.