

**USO DE HIDRÓXIDO DE COBRE EM DIFERENTES PERÍODOS DE
APLICAÇÃO NO PÓS-COLEHITA DO CAFÉ
USE OF COPPER HYDROXIDE AT DIFFERENT APPLICATION TIMES IN
POST-HARVEST COFFEE**

Gabriel Borges¹, Gustavo Rennó Reis de Almeida²,

¹ Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, MG, gah.borges7@gmail.com

² Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, MG, gustavo.renno@unis.edu.br

RESUMO

O Brasil se destaca como grande exportador mundial de café, entretanto, após a colheita a cultura sofre com patógenos oportunistas que se aproveitam de ferimentos na planta causando doenças que acabam comprometendo a próxima safra. A presente pesquisa objetivou avaliar os efeitos do uso de hidróxido de cobre no cafeeiro em diferentes tempos de aplicação visando a proteção da cultura contra doenças e desenvolvimento da cultura. A pesquisa foi realizada no município de Três Pontas-MG, utilizou-se 2kg/há de hidróxido de cobre, os tratamentos se diferenciaram apenas pelo período aplicado, sendo os intervalos entre a colheita e aplicação do produto de 0, 3, 6, 9 e 12 dias. O delineamento foi em DBC com 5 tratamentos e 4 repetições, totalizando 20 parcelas, contendo 12 plantas da cultivar Mundo Novo. Foram realizadas 3 avaliações em períodos diferentes, onde avaliou-se incidência de doenças como Ferrugem, Cercosporiose e Phoma, desfolha e novos nós formados para próxima safra. Os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F) a 5% de probabilidade e as médias dos dados quando significativas submetidas a análise de regressão, pelo SISVAR. Os resultados indicaram que a utilização de hidróxido de cobre é mais eficaz quando o produto é aplicado em até 3 dias pós-colheita, fazendo com que a incidência de todas as doenças diminua significativamente, e auxilie na formação de novos nós a longo prazo. Já para o nível de desfolha, os resultados não foram positivos.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, produtos cúpricos, *Hemileia vastatrix*, *Cercospora coffeicola*, *Phoma costaricensis*.

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma das principais atividades agrícolas do Brasil, com significativa importância econômica e social. Contudo, após a colheita, as plantas de café ficam expostas a estresses físicos e fisiológicos, além de apresentarem ferimentos que se tornam portas de entrada para patógenos fúngicos e bacterianos, comprometendo o potencial produtivo da safra seguinte (Gavioli, 2017; Fraga, 2022).

Dentre os compostos mais utilizados no controle de doenças fúngicas e bacterianas está o hidróxido de cobre, um fungicida de contato pertencente à classe dos compostos cúpricos. Esse produto é amplamente empregado tanto em pré como em pós-colheita por sua ação bactericida e fungicida, atuando na inativação de enzimas e proteínas essenciais aos patógenos. Além de seu efeito protetor, o hidróxido de cobre possui relativa estabilidade e é aprovado para uso em diversas culturas, inclusive em sistemas orgânicos (McGrath, 2020).

Neste contexto, o uso de compostos cúpricos, especialmente o hidróxido de cobre, mostra-se uma prática eficaz na proteção fitossanitária. O cobre atua tanto na cicatrização dos tecidos lesionados quanto na redução da síntese de etileno, hormônio vegetal que induz a queda foliar precoce, sendo, portanto, fundamental para a manutenção da fotossíntese e recuperação da planta (Gavioli, 2017; Matiello, Almeida, 2019). Estudos realizados em lavouras cafeeiras em Minas Gerais demonstraram que a aplicação de cobre no pós-colheita promoveu aumento na retenção foliar em comparação a áreas sem tratamento e tratamentos com fungicidas da classe dos triazóis (Matiello, Almeida, Paiva, 2017).

A aplicação do hidróxido de cobre no período pós-colheita tem se mostrado promissora por sua ação anti-etileno, protetora e preventiva contra doenças, contribuindo para a preservação da qualidade fisiológica do café. Entretanto, de acordo com Correia e Michereff (2018), é de suma importância realizar o manejo no período adequado, para que as medidas adotadas sejam eficientes. Compreender os diferentes tempos de aplicação do produto é essencial para definir estratégias mais seguras e inteligentes, reduzindo o risco de resíduos, otimizando o manejo e garantindo sustentabilidade no processo produtivo.

O presente estudo justifica-se pela necessidade de avaliar a eficiência do hidróxido de cobre em diferentes fases de aplicação, visando oferecer subsídios técnicos e científicos que auxiliem produtores de café a tomar decisões adequadas para melhorar a produtividade e a qualidade do grão. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo

avaliar a utilização do hidróxido de cobre no pós-colheita do café, verificando sua eficiência na proteção da planta em diferentes períodos de aplicação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância do manejo pós-colheita no cafeeiro arábica

O período pós-colheita do café arábica é uma fase crítica para a recuperação fisiológica das plantas e preparação para o próximo ciclo produtivo. Após a colheita, o cafeeiro entra em um estágio de estresse fisiológico devido à perda de folhas e à necessidade de regenerar estruturas vegetativas essenciais, como ramos produtivos e gemas florais. A adoção de práticas de manejo adequadas é determinante para o equilíbrio nutricional e fitossanitário da cultura, refletindo diretamente na produtividade subsequente (Diniz, Ferreira, 2020).

O manejo pós-colheita deve contemplar a nutrição equilibrada e o controle preventivo de doenças, já que o cafeeiro, nesse período, apresenta maior vulnerabilidade a patógenos oportunistas. A ausência de intervenções adequadas pode comprometer o vigor da planta, reduzir a área foliar e afetar a formação de gemas florais para o próximo ciclo. Por isso, o uso de defensivos, como fungicidas cúpricos, tem sido uma estratégia amplamente adotada por cafeicultores brasileiros (Mesquita et al., 2016).

O clima tropical de regiões produtoras, como o sul de Minas Gerais, propicia a ocorrência de doenças fúngicas mesmo após a colheita, o que reforça a importância do manejo fitossanitário contínuo (Celestino et al., 2023). Dessa forma, a aplicação de produtos à base de cobre, especialmente o hidróxido de cobre, atua não apenas como protetor, mas também como um estimulador da resistência natural das plantas. Assim, o período pós-colheita deve ser compreendido como uma etapa essencial para a manutenção da sanidade do cafeeiro, onde o uso racional e tecnicamente orientado de produtos cúpricos pode contribuir significativamente para o equilíbrio vegetativo e produtivo das lavouras (Patrício et al. 2015).

2.2- O hidróxido de cobre e tempo de aplicação.

O hidróxido de cobre ($\text{Cu}(\text{OH})_2$) é um fungicida de contato amplamente utilizado na agricultura para o controle de doenças causadas por fungos e bactérias em diversas culturas, incluindo o café (*Coffea arabica* L.). A principal característica desse composto é sua capacidade de formar uma película protetora sobre a superfície dos frutos e folhas, dificultando o desenvolvimento e a penetração de patógenos (Lombardo et al., 2023).

De acordo com Lu et al. (2022) a aplicação de compostos à base de cobre apresenta-se como uma alternativa viável para reduzir a carga fúngica inicial, especialmente quando associada a boas práticas de manejo.

Além disso, o hidróxido de cobre é reconhecido por sua estabilidade, fácil aplicação e baixo custo em relação a outros fungicidas, o que o torna uma ferramenta estratégica para pequenos e médios produtores (SILVA, 2012).

A eficiência do produto, entretanto, depende diretamente de fatores como dose, forma de aplicação e momento de uso. Conforme destaca Oliveira et al. (2013), o período de aplicação exerce grande influência sobre a eficácia do controle fúngico e, aplicações muito tardias podem não impedir a disseminação dos microrganismos já instalados.

Dessa forma, compreender os momentos ideais para a utilização do hidróxido de cobre é essencial para otimizar seus resultados. Por fim, é importante considerar também as implicações ambientais e toxicológicas do uso do cobre. Embora seja um micronutriente essencial para as plantas, seu acúmulo no solo pode provocar toxicidade e impactos ambientais quando aplicado de forma indiscriminada. Por isso, Lombardo et al. (2023) enfatizam que o uso racional e tecnicamente orientado desse fungicida é indispensável para garantir sustentabilidade e segurança no sistema produtivo cafeeiro

2.3 O Hidróxido de cobre como ferramenta de proteção fitossanitária

O cobre atua como micronutriente essencial, participando de processos enzimáticos e fotossintéticos. O elemento atua como catalisador em enzimas relacionadas ao metabolismo oxidativo, o que favorece o vigor e a resistência da planta. Essa ação contribui para a diminuição da taxa de desfolha e melhora o desempenho vegetativo, sobretudo em áreas afetadas por estiagens curtas ou desequilíbrios nutricionais (Matiello, Almeida, 2019; Neto, Berti, 2022).

A aplicação do hidróxido de cobre no cafeeiro tem demonstrado benefícios significativos na redução da incidência de doenças foliares como: ferrugem (*Hemileia vastatrix*), cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) e *Phoma costaricensis*, e na manutenção da estrutura vegetativa (Vieira; Fonseca; Freire, 2020). Estudos conduzidos por Carvalho, Cunha e Silva (2012) indicam que a aplicação em intervalos regulares favorece a recuperação do dossel e reduz a perda de área foliar, o que se reflete em maior acúmulo de reservas para a próxima florada.

O uso de fungicidas cúpricos é especialmente relevante em períodos de transição entre ciclos, quando as condições climáticas ainda favorecem a ocorrência de doenças. A

ação preventiva do hidróxido de cobre é considerada mais eficaz quando aplicada em intervalos regulares e em momentos estratégicos após a colheita (Patrício et al. 2015).

A literatura técnica evidencia que, após a colheita, a integridade foliar remanescente é crucial para o restabelecimento da planta. A desfolha excessiva causada por injúrias mecânicas e por doenças pode reduzir a capacidade fotossintética e comprometer a brotação de novos ramos. Nesse sentido, os produtos à base de cobre contribuem para a manutenção da sanidade foliar, previne e combate infecções secundárias que poderiam afetar o desenvolvimento dos tecidos vegetais (Carvalho, Chalfoun, Cunha, 2013).

O uso do hidróxido de cobre tanto pré quanto pós-colheita não deve ser visto apenas como medida curativa, mas como parte de um programa de manejo integrado, alinhado à sustentabilidade e à eficiência produtiva (Mesquita et al., 2016). Portanto, o manejo pós-colheita com hidróxido de cobre constitui uma prática técnica que, quando bem conduzida, assegura a longevidade produtiva do cafeeiro, mantendo a sanidade e a capacidade fotossintética das folhas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e período do experimento

O experimento foi conduzido entre os meses de agosto a outubro no município de Três Pontas-MG, nas seguintes coordenadas geográficas: 21°28'12.5" (latitude) 45°23'25.8" (longitude) (GOOGLE MAPS, 2025). A região apresenta clima tropical de altitude, com média anual de temperatura de 18 °C e altitude de 905 m, caracterizando-se por verões quentes e chuvosos e invernos secos (CÂMARA MUNICIPAL DE TRÊS PONTAS, [s.d.]).

3.2 Delineamento experimental e características da lavoura

No experimento, avaliou-se a aplicação de hidróxido de cobre em diferentes intervalos pós-colheita em uma lavoura de café arábica, cultivar Mundo Novo, com espaçamento de 3,7m x 0,65m e aproximadamente seis anos de idade. Os tratamentos corresponderam aos intervalos entre a colheita e a aplicação do produto: 3, 6, 9, 12 dias, além da testemunha (sem aplicação), totalizando 5 tratamentos, avaliou-se variáveis fitossanitárias e de desenvolvimento vegetativo.

O delineamento experimental utilizado foi o de Blocos Casualizados (DBC), utilizando-se quatro blocos e cinco tratamentos, totalizando 20 parcelas experimentais.

Cada parcela consistiu em 12 plantas, sendo considerada como área útil apenas as seis plantas centrais por repetição; as três plantas de cada extremidade foram utilizadas como bordadura. Assim, o experimento envolveu 240 plantas, das quais 120 plantas foram submetidas às avaliações.

3.3 Aplicação do produto e manejo

O fungicida utilizado foi o Tutor® (BASF), com concentração de 691 g/kg de hidróxido de cobre [Cu (OH)₂], conforme informações do fabricante. Para a aplicação, utilizou-se 2kg/ha, dessa forma, foram diluídos 30 g do produto comercial em 5 litros de água por tratamento, exceto para a testemunha, que não recebeu aplicação.

As pulverizações foram realizadas por aspersão, utilizando uma bomba costal de capacidade 20 litros. As aplicações ocorreram no período da manhã, visando evitar perdas por evaporação, conforme as recomendações técnicas do fabricante.

3.4 Avaliações e variáveis analisadas

Foram conduzidas três avaliações em intervalos distintos após a última aplicação do produto: a primeira aos 20 dias, a segunda aos 40 dias e a terceira aos 60 dias após a aplicação.

Durante essas etapas, foram observadas as variáveis de desfolha, novos nós produtivos e presença de doenças fúngicas em função do tempo de aplicação de hidróxido de cobre pós-colheita.

A avaliação do enfolhamento e da desfolha, foi realizada por meio de análise visual, utilizando uma escala percentual de 0 a 100%, na qual 0% corresponde a ausência total de folhas, enquanto 100% representa plantas com todas as folhas vigorosas e firmemente aderidas.

Para análise de incidência de doenças, realizou-se a coleta de folhas no terço médio das plantas, selecionando-se aleatoriamente três ramos de cada lado dessa região. Nos ramos coletados, foram avaliados os terceiros pares de folhas, contabilizando-se o número de injúrias causadas por cada patógeno, sendo eles: ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*), *Phoma costaricensis* e cercosporiose (*Cercospora coffeicola*). Em seguida, o total de injúrias foi multiplicado por 100 e dividido por 72, correspondendo ao número total de folhas analisadas por parcela.

Para contagem de novos nós produtivos, utilizaram-se os mesmos ramos previamente coletados, garantindo uniformidade na coleta de dados. A contagem

considerou os nós formados a partir do último ciclo de produção, também conhecido como nó de inverno, e realizado a média entre os 12 ramos analisados por tratamento.

3.5 Análise estatística dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) ao nível de 5% de probabilidade e as médias quando significativas, foram sujeitadas a análise de regressão. Todas as análises foram realizadas com o software estatístico SISVAR (Sistema para Análises de Variância), conforme metodologia proposta por Ferreira (2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância (ANOVA) e das representações gráficas permitem observar as respostas do cafeeiro ao tratamento com hidróxido de cobre em diferentes momentos após a colheita.

A Tabela 1,2 e 3 apresentam os resumos da ANOVA para as variáveis respostas analisadas.

Tabela 1. Resumo da ANOVA para incidência de ferrugem (*Hemileia vastatrix*) (FER), incidência de *Phoma costaricensis* (PHO), incidência de *Cercospora coffeicola* (CER), enfolhamento (ENF) e número de novos nós (NN) do cafeeiro submetido a diferentes tempos de aplicação pós-colheita (primeira avaliação – 20 dias após a última aplicação). Varginha/MG,2025.

FV	GL	Pr>Fc (FER)	Pr>Fc (PHO)	Pr>Fc (CER)	Pr>Fc (ENF)	Pr>Fc (NN)
Tratamentos	4	0,5498	0,0014*	0,0181*	0,3343	-
Erro	15					
Total	19					
CV (%) =		225,09	43,25	32,51	11,94	-
Média geral:		0,34	1,94	5,83	62,6	-

*Significativo a 5% de probabilidade

Tabela 2. Resumo da ANOVA para incidência de ferrugem (*Hemileia vastatrix*) (FER), incidência de *Phoma costaricensis* (PHO), incidência de *Cercospora coffeicola* (CER), enfolhamento (ENF) e número de novos nós (NN) do cafeeiro submetido a diferentes tempos de aplicação pós-colheita (segunda avaliação – 40 dias após a última aplicação). Varginha/MG,2025.

FV	GL	Pr>Fc	Pr>Fc	Pr>Fc	Pr>Fc	Pr>Fc
		(FER)	(PHO)	(CER)	(ENF)	(NN)
Tratamentos	4	0,0014*	0,0001*	0,0076*	0,2159	0,5026
Erro	15					
Total	19					
CV (%) =		36,71	20,66	24,96	11,32	12,07
Média geral:		2,01	4,58	5,55	65,55	1,51

*Significativo a 5% de probabilidade

Tabela 3. Resumo da ANOVA para incidência de ferrugem (*Hemileia vastatrix*) (FER), incidência de *Phoma costaricensis* (PHO), incidência de *Cercospora coffeicola* (CER), enfolhamento (ENF) e número de novos nós (NN) do cafeeiro submetido a diferentes tempos de aplicação pós-colheita (terceira avaliação – 60 dias após a última aplicação). Varginha/MG,2025.

FV	GL	Pr>Fc	Pr>Fc	Pr>Fc	Pr>Fc	Pr>Fc
		(FER)	(PHO)	(CER)	(ENF)	(NN)
Tratamentos	4	0,0011*	0,0001*	0,0435*	0,2005	0,0001*
Erro	15					
Total	19					
CV (%) =		30,39	22,75	24,34	9,83	2,45
Média geral:		2,64	4,65	5,69	68,4	3,22

*Significativo a 5% de probabilidade

Com os resultados da ANOVA para ferrugem do cafeeiro, verifica-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos na primeira avaliação (Tabela 1), o que indica que o produto ainda não havia exercido efeito protetor completo. Já nas segunda e terceira avaliações (Tabela 2 e 3), os tratamentos mostraram-se significativamente diferentes, revelando o efeito residual e protetor do hidróxido de cobre ao longo do tempo.

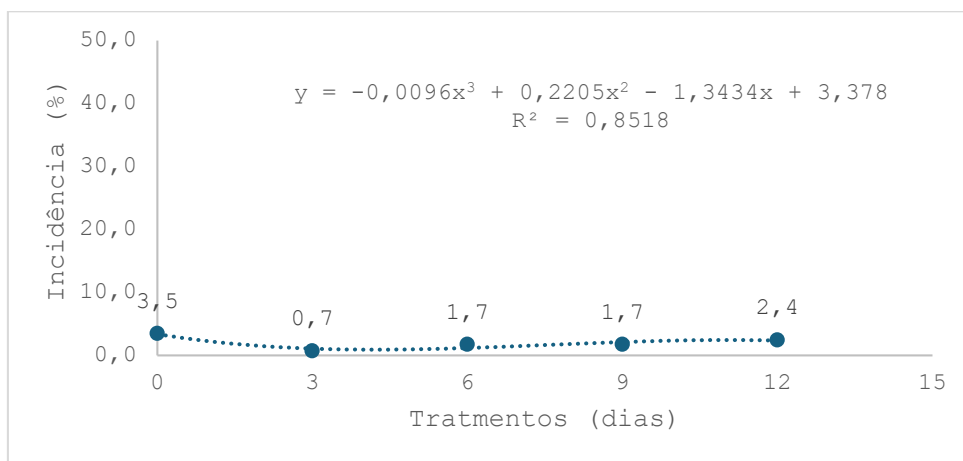


Gráfico 1: Incidência de ferrugem (*Hemileia vastatrix*) no cafeeiro em função do tempo de aplicação de hidróxido de cobre pós-colheita (2ª avaliação).

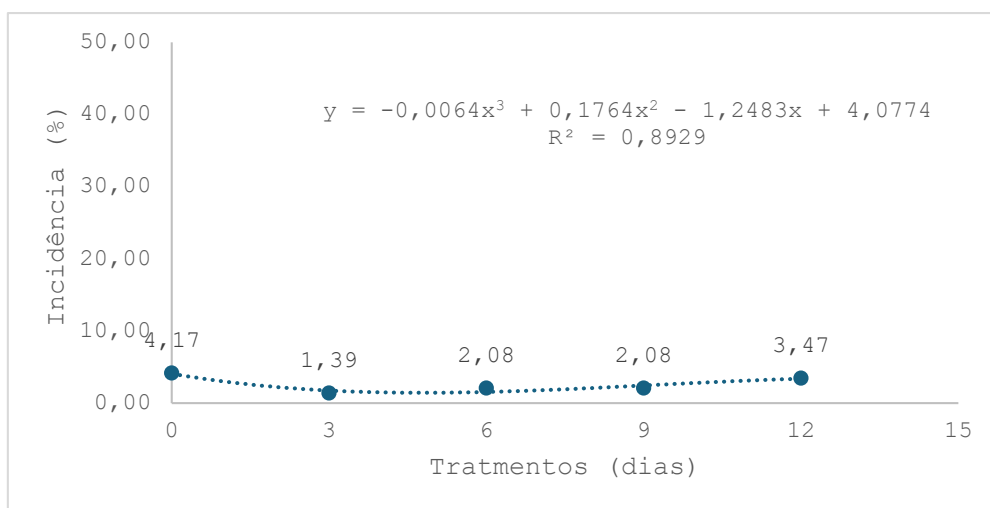


Gráfico 2: Incidência de ferrugem (*Hemileia vastatrix*) no cafeeiro em função do tempo de aplicação de hidróxido de cobre pós-colheita (3ª avaliação).

Nos gráficos 1 e 2 observa-se uma redução gradual da incidência da ferrugem nos tratamentos com aplicação mais precoce e regular do hidróxido de cobre. Essa diminuição está associada à ação preventiva do cobre sobre os esporos de *H. vastatrix*, impedindo sua germinação e infecção, conforme discutido por Matiello et al. (2019).

Para incidência de *Phoma costaricensis*, nas três avaliações observa-se que houve diferença significativa entre os tratamentos em todas as fases (Tabelas 1, 2 e 3), indicando que o tempo de aplicação pós-colheita influenciou diretamente a incidência da doença.

Os gráficos a seguir mostram a variação da incidência de *Phoma* conforme o tempo de aplicação do hidróxido de cobre.

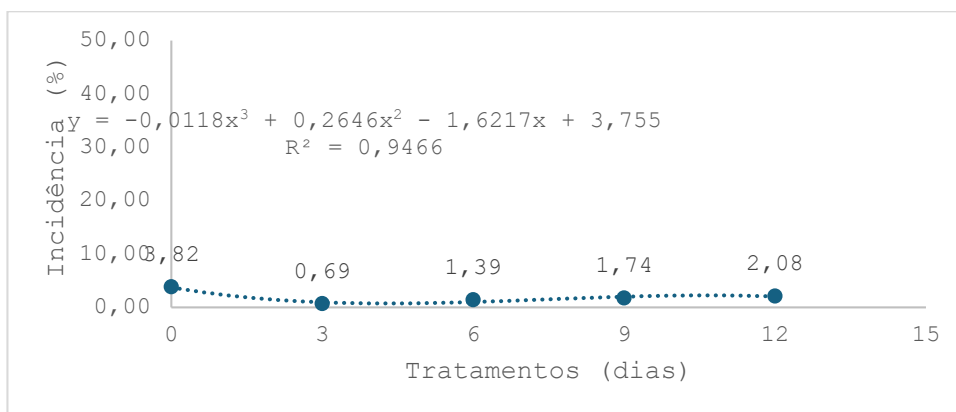


Gráfico 3: Incidência de *Phoma costaricensis* no cafeeiro em função do tempo de aplicação de hidróxido de cobre pós-colheita (1ª avaliação).

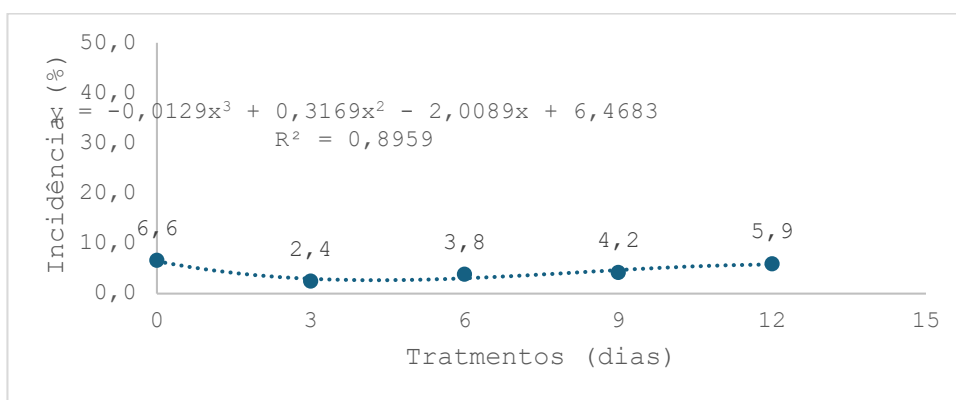


Gráfico 4: Incidência de *Phoma costaricensis* no cafeeiro em função do tempo de aplicação de hidróxido de cobre pós-colheita (2ª avaliação).

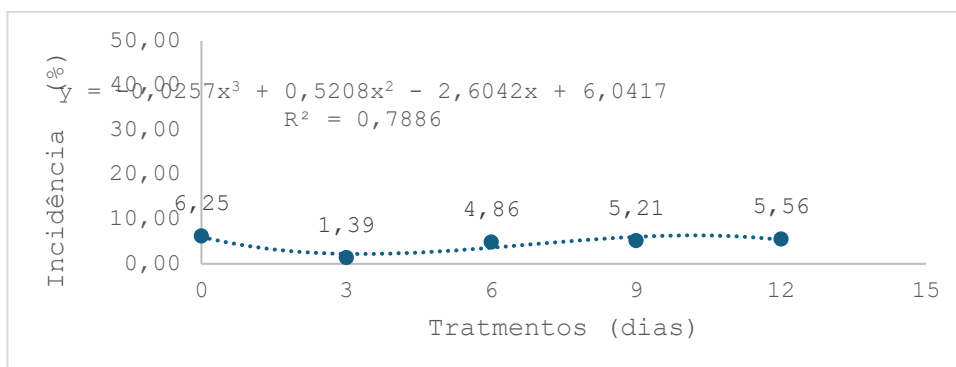


Gráfico 5: Incidência de *Phoma costaricensis* no cafeeiro em função do tempo de aplicação de hidróxido de cobre pós-colheita (3ª avaliação).

Nota-se redução brusca da infecção da *Phoma* nas três avaliações quando a aplicação do hidróxido de cobre foi realizada com 3 dias após a colheita, evidenciando a eficácia do produto na proteção dos tecidos foliares, porém, houve um aumento progressivo da infecção do patógeno conforme tratamentos mais tardios. Essa tendência está de acordo com Silva Júnior et al. (2019), que destacam em seu trabalho, o uso de nutrição foliar mais produtos à base de cobre para controle da mancha da *Phoma* do cafeeiro, a aplicação de compostos cúpricos pós-colheita atua como fungicida protetor, promovendo cicatrização de tecidos lesionados por injúrias mecânicas, e consequentemente, a redução da penetração de patógenos oportunistas.

Referente à *Cercospora coffeicola*, os valores demonstram diferença significativa entre os tratamentos nas três avaliações (Tabelas 1, 2 e 3), evidenciando a eficiência do cobre na redução da doença.

Os Gráficos 6, 7 e 8 mostram o comportamento da doença ao longo das avaliações.

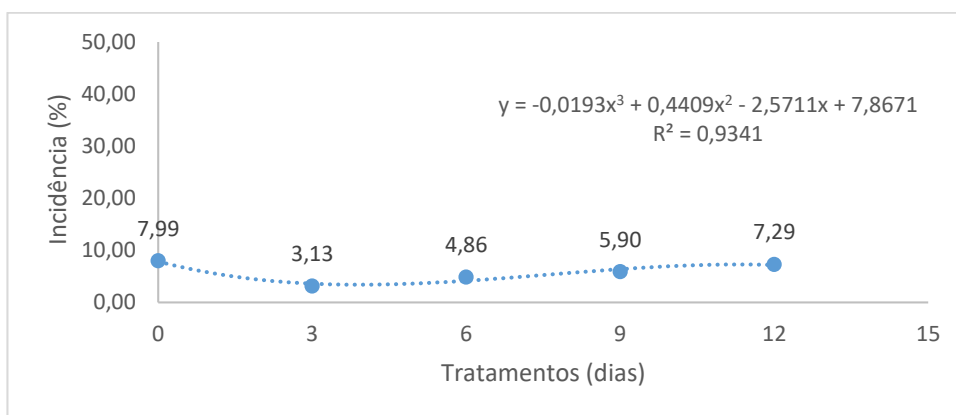


Gráfico 6: Incidência de *Cercospora coffeicola* no cafeeiro em função do tempo de aplicação de hidróxido de cobre pós-colheita (1ª avaliação).

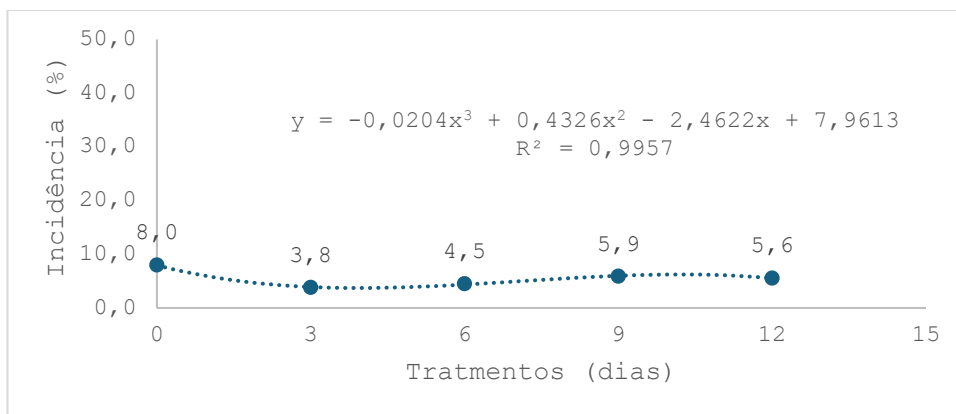


Gráfico 7: Incidência de *Cercospora coffeicola* no cafeeiro em função do tempo de aplicação de hidróxido de cobre pós-colheita (2ª avaliação).

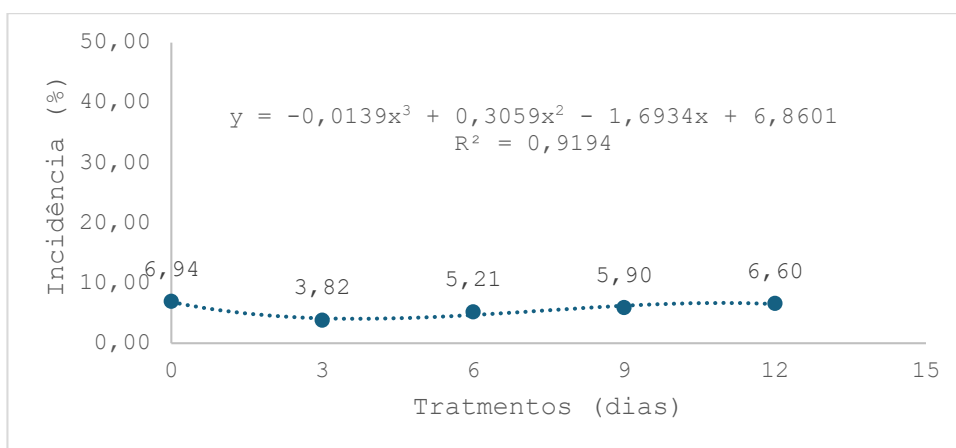


Gráfico 8: Incidência de *Cercospora coffeicola* no cafeeiro em função do tempo de aplicação de hidróxido de cobre pós-colheita (3ª avaliação).

Os tratamentos com menores intervalos de aplicação apresentaram menor severidade da *Cercospora*. Essa resposta confirma o que relatam Alkolaly, Ghazy e Hassan, (2020), que apontam o cobre como elemento essencial na ativação de enzimas relacionadas à defesa vegetal e na inibição da germinação de Cercosporiose em beterrabas, pois o elemento interfere na biossíntese de ergosterol, o qual é essencial para estrutura da membrana celular fúngica. O mesmo autor relata, que o Cobre reduz a sobrevivência de diferentes patógenos pois atua na germinação dos esporos e micélios, os quais são responsáveis pela reprodução e nutrição dos fungos.

Para a desfolha, os resultados da ANOVA, os valores não indicaram diferença significativa entre os tratamentos para o parâmetro enfolhamento (Tabelas 1, 2 e 3), o que demonstra que o hidróxido de cobre não afetou negativamente a retenção foliar.

O Gráfico 9 apresenta os valores médios de enfolhamento, que, apesar de não diferirem estatisticamente, mostram tendência de aumento progressivo (62,6 → 65,55 → 68,4).

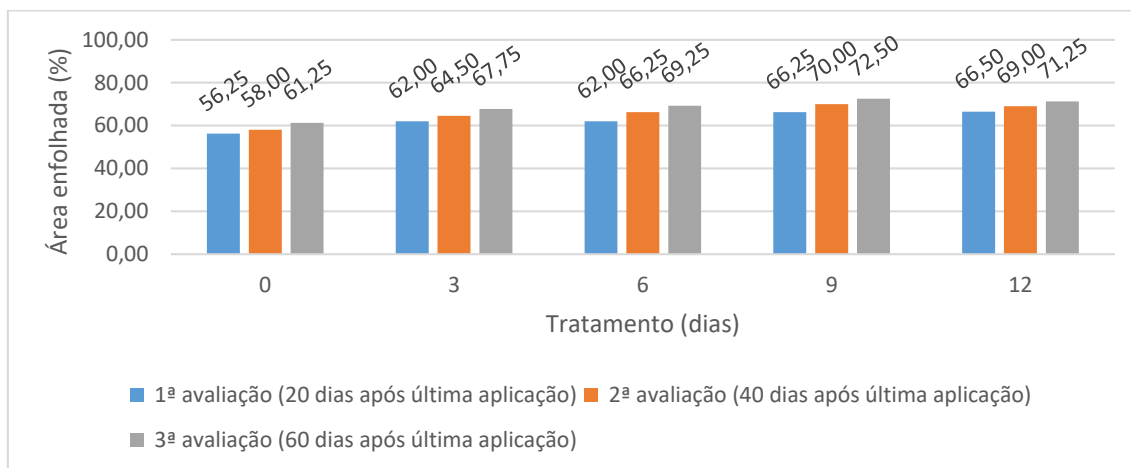


Gráfico 9: Enfolhamento no cafeeiro em função do tempo de aplicação de hidróxido de cobre pós-colheita.

Esse comportamento sugere melhora gradual na recuperação fisiológica das plantas, conforme também relatado por Miguel e Matiello (1989) e reforçado por Silva Júnior et al. (2019), que encontrou resultados positivos em análise mais tardias de controle de desfolha quando associaram complexos químicos sistêmicos de cobre com fungicidas sistêmicos.

A análise para o número de novos nós revelou diferenças significativas apenas na terceira avaliação (Tabela 3), mas ausência de diferença estatística nas duas primeiras avaliações (gráfico 10).

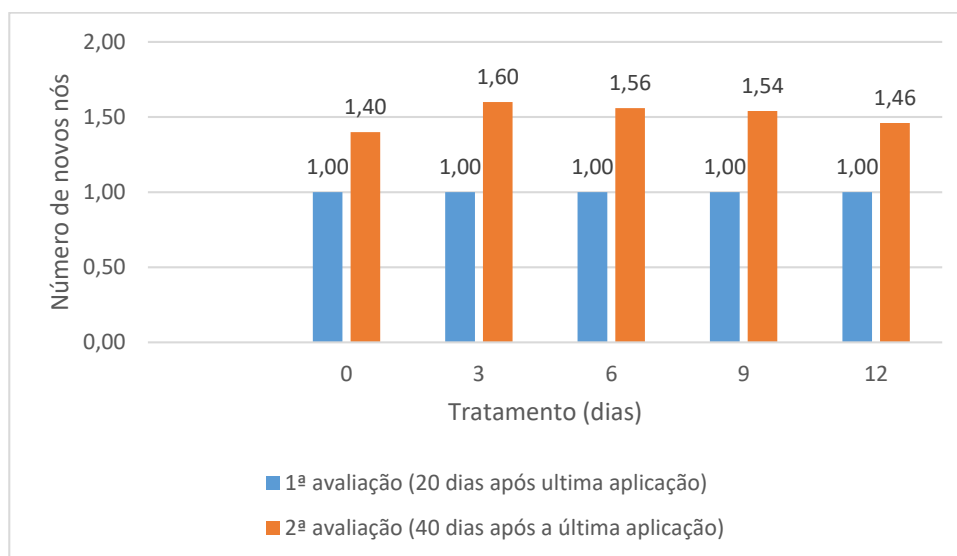


Gráfico 10: Número médio de novos nós do cafeeiro em diferentes tempos de aplicação de hidróxido de cobre.

Essa variação demonstra que o crescimento vegetativo foi estimulado de forma intermitente, provavelmente influenciado pelas condições ambientais (a região enfrentava um período de estiagem, o qual foi cessado entre a segunda e terceira avaliações) e pelo intervalo de aplicação. O Gráfico 11 confirma essa tendência, mostrando aumento expressivo no número de novos nós na terceira avaliação (média geral de 3,22), indicando forte recuperação vegetativa,

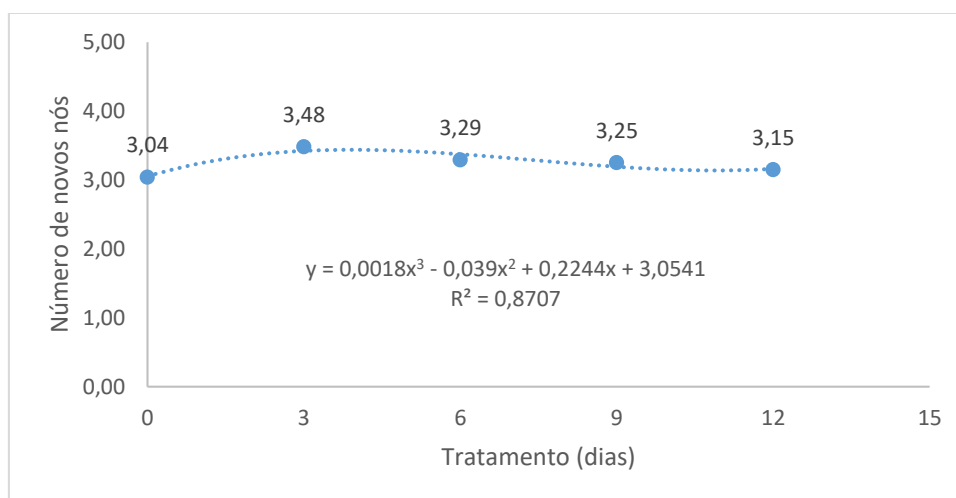


Gráfico 11: Número de novos nós formados no cafeeiro em função do tempo de aplicação de hidróxido de cobre pós-colheita (3ª avaliação).

A retomada do crescimento após o controle fitossanitário eficaz reflete diretamente a restauração fisiológica da planta e seu preparo para o próximo ciclo produtivo, pois o gasto energético para recuperação do vegetal de ferimentos e combate contra patógenos é menor, fazendo com que a planta concentre energia em recuperar e estabelecer novos ramos. Estudos realizados com milho por Karam et al, 2010, relatam que cortes nas plantas afetam o diretamente acúmulo de biomassa em estruturas como folhas e pendões, além de diminuir a produtividade da cultura.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, os resultados revelam que:

O hidróxido de cobre aplicado no pós-colheita teve efeito significativo sobre as principais doenças fúngicas (Phoma, Ferrugem e Cercospora) em função do tempo de aplicação pós-colheita, sendo o intervalo de 3 dias após a colheita o tratamento que obteve melhor resultado.

Não houve efeitos negativos sobre o enfolhamento, indicando boa tolerância fisiológica da planta ao produto.

O número de novos nós aumentou significativamente nas avaliações feitas após 60 dias da última aplicação (3ª avaliação), evidenciando melhora no vigor vegetativo das plantas tratadas.

ABSTRACT (em Inglês)

Brazil is one of the world's leading coffee exporters; however, after harvest, the crop becomes vulnerable to opportunistic pathogens that take advantage of plant injuries, leading to diseases that may compromise the next production cycle. Therefore, this study aimed to evaluate the effects of copper hydroxide application on coffee plants at different post-harvest intervals, focusing on crop protection against diseases and on plant development. The experiment was conducted in Três Pontas, Minas Gerais, Brazil. A dose of 30 g of copper hydroxide was applied in all treatments, which differed only in timing: 0, 3, 6, 9, and 12 days after harvest. The experimental design was a randomized complete block (RCBD) with five treatments and four replications, totaling 20 plots, each containing 12 plants of the 'Mundo Novo' cultivar. Three evaluations were performed to assess disease incidence (coffee leaf rust, brown eye spot, and Phoma leaf spot), defoliation, and the number of new nodes for the following crop season. Data were subjected to analysis of variance (F-test) at 5% probability, and significant effects were analyzed through regression using SISVAR software. Copper hydroxide was most effective when applied within up to 3 days after harvest, significantly reducing disease incidence and contributing to long-term node formation, although no positive effects were observed on defoliation.

Keywords: Coffea arabica; Copper-based products; Hemileia vastatrix; Cercospora coffeicola; Phoma costaricensis.

REFERÊNCIAS

ALKOLALY, A. M.; GHAZY, N.; HASSAN, R. A.; Effect of some mineral elements on the yield, sugar contents and improving resistance to cercospora leaf spot of sugar beet. *Environment, Biodiversity and Soil Security*, 2020, 4.2020: 73-83.

BASF. Ficha técnica: Fungicida Tutor – hidróxido de cobre 691 g/kg. BASF, 2023. Disponível em: <https://www.agro.basf.com>. Acesso em: 10 out. 2025.

CÂMARA MUNICIPAL DE TRÊS PONTAS. Dados do município de Três Pontas. Três Pontas: Câmara Municipal, [s.d.]. Disponível em:

<https://www.camaratrespontas.mg.gov.br/a-camara/dados-do-municipio-de-tres-pontas>. Acesso em: 24 set. 2025.

CARVALHO, V. L. de; Cunha, R. L da.; SILVA, N. R. N. Alternativas de controle de doenças do cafeeiro, *Coffee Science*, Lavras, v. 7, n. 1, p. 42-49, jan./abr. 2012. Disponível em: [/https://sbicafe.ufv.br/server/api/core/bitstreams/4e3a7ba7-d555-4662-9078-c30e423dd48a/content](https://sbicafe.ufv.br/server/api/core/bitstreams/4e3a7ba7-d555-4662-9078-c30e423dd48a/content). Acesso em: set, 2025

CARVALHO, V. L.; CHALFOUN, S. M.; Cunha, R. L da. Doenças do cafeeiro: diagnose e controle. Boletim técnico nº 103 – EPAMIG – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS, 2013. Disponível em: [/https://livrariaepamig.com.br/wp-content/uploads/2023/02/BT-103-Doencas-do-cafeeiro-diagnose-e-controle-.pdf](https://livrariaepamig.com.br/wp-content/uploads/2023/02/BT-103-Doencas-do-cafeeiro-diagnose-e-controle-.pdf). Acesso em: set, 2025.

CORREIA, K. C.; MICHEREFF, S. J. Fundamentos e desafios do manejo de doenças radiculares causadas por fungos, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325253887_Fundamentos_e_desafios_do_manejo_de_doencas_radiculares_causadas_por_fungos_Fundamentals_and_challenges_of_managing_root_diseases_caused_by_fungi. Acesso em: out, 2025.

CELESTINO, F. G. B. et al. Manejo da mancha de phoma do cafeeiro. 2023. Disponível em: [/https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2023/anais/arquivos/RE_0802_0534_01.pdf](https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2023/anais/arquivos/RE_0802_0534_01.pdf). Acesso em: set, 2025.

DINIZ, A. J.; FERREIRA, L. T. Colheita e pós-colheita: etapas importantes para garantir qualidade e agregação de valor aos Cafés do Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/52862730/colheita-e-pos-colheita-etapas-importantes-para-garantir-qualidade-e-agregacao-de-valor-aos-cafes-do-brasil>. Acesso em: set, 2025.

FERREIRA, D. F. *SISVAR: um sistema de análise de variância para dados balanceados*. Lavras: UFLA, 2019.

FRAGA, A. *Planta de café pede ação rápida de produtos no pós-colheita para manutenção da produtividade*. Revista Cultivar, 2022. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/planta-de-cafe-pede-acao-rapida-de-produtos-no-pos-colheita-para-manutencao-da-produtividade#:~:text=Ap%C3%B3s%20a%20colheita%20do%20caf%C3%A9,galhos%20e%20provocando%20a%20desfolha>. Acesso em: set, 2025.

GAVIOLI, R. Cobre essencial após a colheita de café. Alltech Crop Science, 2017. Disponível em: <https://go.alltech.com/cafe/blog/cobre-essencial-ap%C3%B3s-a-colheita-de-caf%C3%A9>. Acesso em: 26 ago. 2025.

GOOGLE. *Google Maps*: 21°28'12.7"S, 45°23'25.7"W. 2025. Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/21%C2%B028'12.7%22S+45%C2%B023'25.7%22W/@-21.4701838,-45.3911087,265m>. Acesso em: set. 2025.

KARAM, D. et al. Resposta de plantas de milho à simulação de danos mecânicos. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 2010, 9.2: 201-211.

LOMBARDO, M. F. et al. Assessing Copper-Alternative Products for the Control of Pre- and Postharvest Diseases. *Frontiers in Microbiology*, [S.l.], 2023.

LU, L. et al. Comprehensive Review of Fungi on Coffee. *Frontiers in Microbiology*, [S.l.], v. 13, 2022.

MCGRATH, M. T. *Copper Fungicides for Disease Management in Vegetables*. Cornell Calls, College of Agriculture and Life Sciences, 2020. Disponível em: <https://www.vegetables.cornell.edu/pest-management/disease-factsheets/copper-fungicides-for-organic-disease-management-in-vegetables/>. Acesso em: set, 2025.

MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S. R.; PAIVA, R. N.; *Cobre ainda é necessário em pulverizações de cafeeiros*, In: Clube da Tecnologia do Café, Procafe, p. 361, 2017.

MATIELLO, J. B; ALMEIDA, S. R.; Fungicidas cúpricos em cafezais - cobre deve estar complexado, In: Clube da Tecnologia do Café, Procafe, p. 455, 2019.

MESQUITA, C. M. de et al. Manual do café: manejo de cafezais em produção, 2016 Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 72 p. il. Disponível em: <https://www.emater.mg.gov.br/download.do?id=17572>. Acesso em: set, 2025.

MESQUITA, C. M. de et al. Manual do café distúrbios fisiológicos, pragas e doenças do cafeeiro (*Coffea arabica L.*), 2016 Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 62 p. il. Disponível em: <https://www.emater.mg.gov.br/download.do?id=17572>. Acesso em: set, 2025.

MIGUEL, A. E.; MATIELLO, J. B. Controle de Cercospora no cafeeiro com tebuconazole e cobre. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 15., 1989, Goiânia. Anais... Goiânia: IBC/GERCA, 1989.

NETO, M. R. B.; BERTI, M. P. S da. Dinâmica do cobre na planta: revisão, Revista Agrotecnologia, Ipameri, v. 13, n. 2, p. 1-13, 2022. Disponível em: https://www.revista.ueg.br/index.php/agrotecnologia/pt_BR/article/view/12640. Acesso em: set, 2025

OLIVEIRA et al. Controle da ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina*) em diferentes momentos de aplicação de fungicida, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/KvWQ7Z6HdDRrSL7xkfjbPKp/?lang=pt>. Acesso em: set, 2025

PATRÍCIO, F. R.; ALMEIDA, I. M. G.; BERIAN, L. O. S.; BECKER, C. G. Cobre na cultura do cafeeiro. São Paulo: Instituto Biológico, 2015. (Comunicado Técnico, 208). Disponível em: <http://repositoriobiologico.com.br/jspui/handle/123456789/224>. Acesso em: set, 2025.

SANTINATO, R. et al. Efeito da glucona de cobre (6,8 Cu + 5% ácido gluconico) na substituição de fungicidas de cobre (supera e tutor) associadas a fungicidas no controle da ferrugem e cercosporiose do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

PESQUISAS CAFEEIRAS, 43., 2017, Poços de Caldas. Anais... Brasília, DF: Embrapa Café, 2017. (1 CD-ROM), 1 p.

SILVA et al. Efeitos de fungicidas no crescimento micelial de *Neofusicoccum parvum* isolado em manga. Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido, 7, 2012. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/946062>. Acesso em: set,2025.

SILVA JÚNIOR, M. B. et al. Etilfosfonato de cobre, fungicidas e fertilizantes foliares no manejo da mancha de Phoma do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, X, 2019, Vitória-ES. Anais [...]. 2019. ISSN: 1984-9249
SOUZA, F. L. et al. Atividade enzimática e resistência induzida em cafeeiros tratados com compostos cúpricos. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 50, n. 1, p. 45–53, 2020.

SOUZA, T. A.; LIMA, R. P. Intervalos de aplicação de fungicidas cúpricos e resposta fisiológica do cafeeiro arábica. *Coffee Science*, v. 17, p. 44–56, 2022.

VIEIRA JUNIOR, J. R.; FONSECA, A. S. da; FREIRE, T. C. Guia de bolso: diagnose e manejo de doenças e pragas do cafeeiro na Amazônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2020. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1126495>. Acesso em: set, 2025.