



**CAROLINA FIGUEIREDO BATISTA**

**EFICIÊNCIA DE FONTES DE COBRE NO MANEJO DA  
ANTRACNOSE DO FEIJOEIRO**

**LAVRAS – MG**

**2022**

**CAROLINA FIGUEIREDO BATISTA**

**Eficiência de fontes de cobre no manejo da Antracnose do feijoeiro**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Lavras, como parte das exigências do  
Curso de Agronomia, para a obtenção  
do título de Bacharel.

Prof. Dr. Mário Lúcio Vilela de Resende  
Orientador

Matheus Henrique de Brito Pereira  
Coorientador

**LAVRAS – MG  
2022**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à Deus, por guiar e iluminar meu caminho, me dando discernimento e saúde para lutar pelos meus sonhos e conquistar meus objetivos.

Aos meus pais pela fonte inesgotável de amor, carinho, compreensão e incentivo em todas as minhas decisões.

Às minhas irmãs, Mariana e Gabriela, por todo apoio.

À toda minha família, em especial às minhas tias, que sempre me ajudaram.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela excelente formação.

Ao Orientador Ph.D. Mário Lúcio Vilela de Resende, pela oportunidade, confiança, e por toda sua competência.

Ao Dra. Deila, M.Sc. Letícia Molinari e Matheus, pela amizade, confiança, pela paciência, pelos ensinamentos, pela disponibilidade e disposição em me ajudar na condução deste trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Fisiologia do Parasitismo, Bárbara, Rafaela, Cláudia, Thamires, Matheus, Fernanda, Ludmila, Tharyn, pelo convívio e ensinamentos.

Aos membros da banca avaliadora, por terem aceitado o convite e colaborado na realização deste trabalho,

Às minhas amigas de república Nevenka, Bárbara, Letícia, Thalita, Cláudia, Letícia.

Às minhas amigas de Governador Valadares, por todo apoio e incentivo mesmo à distância.

E a todos que passaram na minha vida ao longo desses anos de graduação, só tenho a agradecer por todos os momentos, aos quais ficarão guardados na lembrança.

**MUITO OBRIGADA!**

## RESUMO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), pertence à família Fabaceae, é uma cultura com relevante importância social produzida no Brasil. Dentre os fatores que limitam a produção do feijoeiro destaca-se a ocorrência de doenças, sendo o controle químico e a utilização de cultivares resistentes os métodos mais eficientes no manejo de doenças da cultura, e a antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) uma das principais doenças do feijoeiro. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de aplicações foliares de diferentes fontes de cobre no manejo da antracnose do feijoeiro. O experimento foi avaliado e conduzido em condições de campo em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. As fontes de cobre foram avaliadas em diferentes doses com aplicações isoladas e em associação com o fungicida (fluxapiraxade + piraclostrobina), sendo seis tratamentos: Oxicloreto de Cobre, Oxicloreto de Cobre + fungicida, Hidróxido de Cobre, Hidróxido de Cobre + fungicida, fungicida isolado, e testemunha. Foram realizadas avaliações de severidade da antracnose em condições de campo, e avaliado a produtividade dos diferentes tratamentos. As associações de Hidróxido de Cobre + fungicida, e Oxicloreto de Cobre + fungicida, além do fungicida isolado, proporcionaram redução significativa na severidade da doença, e no aumento da produtividade.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* L. Controle de doenças. Manejo integrado.

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2.REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 CULTURA DO FEIJOEIRO.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2 ANTRACNOSE DO FEIJOEIRO .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 COBRE NO MANEJO DE DOENÇAS.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.1 Cobre.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.2 Cobre no controle de doenças de plantas .....</b>	<b>12</b>
<b>3.OBJETIVO .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>13</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
<b>4.1 Condições Experimentais.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2 Avaliação de severidade da doença.....</b>	<b>15</b>
<b>4.3 Avaliação de produtividade .....</b>	<b>15</b>
<b>4.4 Análises estatísticas .....</b>	<b>15</b>
<b>5.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>6.CONCLUSÃO.....</b>	<b>19</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura de grande importância econômica e social para o agronegócio brasileiro. Nos últimos anos, o cultivo tem sido intensificado, por parte de grandes produtores com elevado nível tecnológico, e consequentemente, aumentando a importância econômica da cultura para o país (CARNEIRO; PAULA JÚNIOR; BORÉM, 2015). No Brasil o cultivo de feijão ocupa aproximadamente 2.907,2 hectares, com uma produtividade de 1.061 kg/ha, com estimativa de produção de 3.084 toneladas, dividido em três safras (CONAN, 2021).

O feijão é cultivado durante todo o ano, em vários ecossistemas, o que expõe as plantas a fatores adversos, dentre eles, destaca-se a ocorrência de doenças (BARBOSA; GONZAGA, 2012). A antracnose, doença cujo agente etiológico é o fungo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc & Magnus) Briosi & Cavara é uma das principais doenças da cultura, pode infectar folhas, hastes, vagens e causar grandes perdas de produtividade (BIGIRIMANA; HOFTE, 2001; CROUS et al. 2006). O manejo da doença pode ser realizado por métodos culturais, químicos e genéticos, conduzidos de forma integrada ou de forma preventiva. Dentre as medidas empregadas, a resistência genética tem sido a mais eficaz e econômica para o controle da doença (BIANCHINI et al., 1997; PEREIRA et al., 2011).

Os fungicidas foliares à base de cobre tem sido empregado na agricultura a muitos anos, principalmente devido ao seu mecanismo de controle ser baseado na toxicidade direta ao patógeno (GRAHAM; WEBB 1991). Fungicidas cúpricos funcionam de modo preventivo, sendo recomendado sua aplicação antes do contato do patógeno com o tecido vegetal. As células fúngicas são extremamente sensíveis a  $Cu^{2+}$ , que forma complexos com enzimas que possuem grupos sulfidríla, hidroxila, amino ou carboxil. Tais enzimas são inativadas, ocorre desordem no metabolismo e rompimento da integridade da célula (ZAMBOLIM et al., 2008).

A eficiência dos fungicidas a base de cobre, se baseia no tamanho da partícula, solubilidade e boa tenacidade, e, a permanência do fungicida na folha depende da liberação lenta e gradual do cobre (ZAMBOLIM, 1999). Após a aplicação do produto, espera-se que este esteja aderido a folha, e que após a exposição a fatores ambientais, uma quantidade ainda permaneça. Vários estudos demonstram a eficiência de fungicidas cúpricos no manejo de doenças, como cercosporiose em amendoim (FONSECA et al., 2016), cercosporiose e

ferrugem do cafeeiro (Paula, 2018), ferrugem asiática da soja (RAMOS et al., 2020). Diante do apresentado, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os fungicidas cúpricos no manejo da antracnose do feijoeiro.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CULTURA DO FEIJOEIRO

O feijoeiro apresenta grande importância econômica e social no país, sendo produzido por pequenos, médios e grandes produtores, nesse último caso, com elevado nível tecnológico (CARNEIRO et al., 2015). No Brasil o cultivo de feijão ocupa aproximadamente 2.907,2 hectares, com uma produtividade de 1.061 kg/ha, com estimativa de produção de 3.084 toneladas, dividido em três safras (CONAB, 2021). A cultura, que é considerada de ciclo curto, cerca de 90 dias, possui três safras anuais, “safra das águas”; “safra da seca”; e a terceira safra, denominada “safra de outono-inverno” (BARBOSA; GONZAGA, 2012).

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma espécie que apresenta capacidade de se adaptar as mais variadas condições ambientais, o que possibilita seu cultivo sob diferentes sistemas de produção (SILVA et al., 2022). Os maiores produtores mundiais de feijão são Myanmar, Índia, Brasil, Estados Unidos, México e Tanzânia, responsáveis por 57% do total produzido no mundo (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2018).

A cultura do feijão pode ser em sistema solteiro ou consorciado, sendo considerado um sistema de produção heterogêneo, uma vez que, o cultivo de subsistência se rodeia de produções altamente tecnificadas (SOUZA; WANDER, 2014). Além disso, essa cultura desempenha um papel importante no sistema de rotação de cultura ao longo do ano, já que, possui um ciclo curto (BARBOSA; GONZAGA, 2012).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2021) existe uma grande expectativa para crescimento para as safras 2021/22, estima-se um volume médio de produção de 3,08 milhões de toneladas, 7,2% superior à anterior. Os cinco principais estados produtores da leguminosa são Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso, Bahia e Goiás. Entretanto, apesar das regiões centro-sul concentrarem a maior produtividade (1.600 kg/ha. a 2.000 kg/ha), a região nordeste possui a maior área de feijão plantada, porém sua produtividade é baixa em relação as outras (568 kg/ha). Nessas áreas predomina a agricultura familiar, em sistema consorciado, além disso, a baixa produtividade vem da ausência de calagem e/ou erosão do solo, da adubação desequilibrada e do manejo inadequado de pragas e doenças, pela assistência técnica deficitária (COELHO; XIMENES, 2020).

Nas maiores regiões produtoras do Brasil, destaca-se o papel da tecnologia, melhoramento genético e seleção de novas cultivares, além da melhoria dos processos



produtivos, que aumentam a produtividade e conseqüentemente o valor final dessa cultura (SOUZA; WANDER, 2014; AGUIAR et al., 2022). O feijão pode ser cultivado durante todo o ano, em uma grande variedade de ambientes, o que acarreta na exposição a fatores externos desfavoráveis ao seu cultivo. Dentre eles, o aparecimento de doenças, originada de fungos, bactérias, vírus e nematoides, no entanto, a importância de cada doença varia segundo o ano, a época, o local e a cultivar utilizada. Na grande maioria das áreas produtivas, os principais patógenos já estão presentes, assim, se faz necessário utilizar medidas de controle que auxiliem, junto com as sementes sadias e uso de variedades resistentes, no manejo das doenças (BARBOSA; GONZAGA, 2012).

## 2.2 ANTRACNOSE DO FEIJOEIRO

A antracnose do feijoeiro, causada pelo fungo *Colletotrichum lindemuthianum*, possui ampla distribuição geográfica, sendo encontrado em todos os países produtores de feijão, porém causa maiores prejuízos nas regiões temperadas. O fungo é encontrado em todas as fases do desenvolvimento da cultura, causando desfolha, queda de flores e vagens, apodrecimento da semente, morte precoce em casos extremos de disseminação do patógeno no campo (BIGIRIMANA; HOFTE, 2001; CAMPA et al., 2014; POLANCO et al., 2012).

*C. lindemuthianum* é um fungo filamentosos, hemibiotrófico, apresentando sua fase inicial biotrófica, extraindo os nutrientes de células vivas do hospedeiro; seguida de uma fase necrotrófica, onde se alimenta de material morto. A principal forma de entrada do patógeno é pela cutícula e epiderme do hospedeiro, através da formação de hifa, desenvolvida a partir do apressório (PERFECT; GREEN; CONNELL, 2001).

Segundo Nunes et al. (2021) o patógeno é altamente variável, 298 raças já foram relatadas em 29 países. Entre os mecanismos que causam essa variabilidade pode-se citar o processo de coevolução do feijoeiro e *C. lindemuthianum* (BISNETA et al., 2021). Os sintomas são facilmente visualizados nas plantas a partir do sétimo dia de infecção, dependendo do grau e intensidade da doença pode acometer a planta toda. Os principais sintomas são lesões necróticas de coloração marrom escura em nervuras da parte abaxial das folhas, em casos mais avançados, as lesões se estendem para todo o limbo foliar, o que resulta em necrose. No caule e pecíolos as lesões são alongadas, escuras e pode apresentar pequenos cancrios. Nas vagens há formação de lesões circulares, de coloração marrom, com bordas escuras bem características, circundadas por um por um anel pardo avermelhado (BARBOSA; GONZAGA, 2012; CARBONELL et al., 2012; PADDER et al., 2017).

As principais formas de disseminação do patógeno são por chuva, insetos, animais e ações antrópicas, como transporte de sementes e restos culturais infectados na lavoura. A fonte primária de inóculo, são as sementes infectadas, que são responsáveis pela disseminação a longas distâncias (CARBONELL et al., 2012; FERREIRA; CAMPA; KELLY, 2013). Além disso, muitos produtores reutilizam os grãos colhidos na safra anterior, o que aumenta as chances de contaminação entre as safras.

O controle da doença inclui o uso de sementes sadias, controle químico e cultivares resistentes ao patógeno (BIANCHINI; MARINGONI; CARNEIRO, 2005). Pode-se ainda, fazer a retirada dos restos culturais e rotação de culturas com plantas não hospedeiras, medidas essas preventivas, afim de eliminar a transmissão entre safras (CARBONELL et al., 2012; FERREIRA; CAMPA; KELLY, 2013).

### 2.3.1 Cobre

O cobre (Cu) é um micronutriente essencial para o desenvolvimento da planta, metal de transição, e geralmente as plantas requerem quantidades menores (5–30 mg kg<sup>-1</sup>) (WUANA; OKIEIMEN 2011). Esse nutriente participa de vários processos fisiológicos, incluindo a respiração e fotossíntese (BRINATE et al, 2015). Desempenha ainda, a função de assimilação de CO<sub>2</sub> e produção de ATP (MARQUES et al., 2018), constituinte de proteínas do sistema fotossintético e da cadeia de transporte de elétrons através do citocromo oxidase (ZENG et al., 2019). Em níveis críticos esse nutriente pode afetar o crescimento da planta, provocar a clorose foliar e causar fitotoxicidade (SALEEM et al., 2020).

Grande parte dos nutrientes minerais desempenham um papel importante na intensidade e severidade de doenças. O cobre participa da rota do ácido chiquímico, atuando como cofator na síntese de quinomas e lignina, esses compostos estão associados à defesa da planta, através da resistência (GRAHAM; WEBB 1991).

O excesso de cobre pode promover estresse oxidativo nas plantas, gerando espécies reativas de oxigênio (ROS), que são prejudiciais ao desenvolvimento, as plantas por outro lado produzem superóxido dismutase e peroxidase, que desempenha um papel fundamental na diminuição da toxicidade de Cu nas plantas (HUANG et al., 2016). O estresse oxidativo através da peroxidação lipídica pode resultar na interrupção das vias metabólicas e causar grandes danos as moléculas essenciais (JUANG et al., 2019). As espécies reativas de oxigênio podem ser eliminadas através de enzimas antioxidantes, como superóxido dismutase (SOD), peroxidase (POD), catalase (CAT) e ascorbato peroxidase (APX). A resposta da planta ao estresse oxidativo também depende das espécies de plantas e cultivares (PANTOLA; SHEKHAWAT 2012; JIANG et al., 2019).

Plantas quando estão equilibradas nutricionalmente possuem maior resistência a doenças, dado ao acúmulo de compostos inibidores ao redor do sítio de infecção ou barreiras mecânicas que impedem a penetração e a infecção por patógenos (BÉLANGER et al., 2003). Quando ocorre a infecção por patógenos, compostos são produzidos, através de rotas metabólicas secundárias como fitoalexinas, fenóis, flavonoides e auxinas, esses são capazes de acumular ao redor do sítio de infecção agindo diretamente na defesa dos vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A resistência das plantas envolve compostos químicos chamados metabolitos secundários que são dividindo em três grupos conhecidos como terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados. Os compostos fenólicos são os mais importantes para as plantas, apresentam uma hidroxila funcional e um anel aromático, que pode ser sintetizado

em diferentes rotas. A rota principal é a do ácido chiquímico, originado de três aminoácidos aromáticos, que dará origem a fenilalanina (TAIZ et al., 2017; HAMMERSCHMIDT, 1999).

O cobre desempenha um papel importante nas funções metabólicas das plantas, principalmente nas reações de defesa da planta contra o ataque de patógenos, participando desde estruturas pré-formadas, como a lignificação da parede celular, até compostos pós-formados, em resposta à infecção e colonização (FOYER et al., 1994; MARSCHNER, 2011; DAS et al., 2016).

### **2.3.2 Cobre no controle de doenças de plantas**

Dado a importância do cobre na resistência das plantas, este atua como um fungicida de amplo espectro, já que, esse nutriente interage com ácidos nucleicos, interação com sítios ativos de enzimas, além de interferir no sistema de transporte de energia e integridade das membranas celulares (FLEMING, TREVORS 1989). Muitas formulações de fungicidas cúpricos foram desenvolvidas, como oxicloreto de cobre, hidróxido de cobre, óxido cuproso e sulfato de cobre utilizados no controle de bactérias patogênicas de plantas, fungos, oomicetos e, em alguns casos, invertebrados e algas. (SCHÜDER et al., 2004; CAPINERA; DICKENS 2016).

Os fungicidas cúpricos possuem um custo baixo, e podem ser utilizados como um produtivo alternativo para o controle de doenças, também podem ser empregados em associação ou alternância com fungicidas sistêmicos (LAMICHHANE et al., 2015). Esses fungicidas formam uma camada protetora na superfície das plantas, o que impede a germinação e penetração do fungo. As células fúngicas são extremamente sensíveis a  $\text{Cu}^{2+}$ , que formam complexos com enzimas que possuem grupos sulfidríla, hidroxila, amino ou carboxil. Tais enzimas são inativadas, ocorre desordem no metabolismo e rompimento da integridade da célula. (ZAMBOLIM et al., 2008).

A eficiência dos fungicidas a base de cobre se baseia no tamanho da partícula, solubilidade e boa tenacidade, a permanência do fungicida na folha depende da liberação lenta e gradual do cobre (ZAMBOLIM, 1999). Segundo Shutte et al. (2012) os fungicidas cúpricos oxicloreto de cobre, hidróxido de cobre e óxido cuproso podem reduzir em mais de 90% a severidade da mancha preta em citrus, Abrahamian et. al. (2019) observaram que hidróxido de cobre pode controlar a mancha bacteriana do tomate, reduzindo pela metade a severidade da doença em comparação com as plantas sem aplicação em fungicidas.

### **3. OBJETIVO**

Avaliar os efeitos de fontes de cobre no controle da antracnose do feijoeiro

#### **3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar o efeito de diferentes fontes de cobre na severidade da antracnose do feijoeiro em condições de campo;
- Avaliar a produtividade do feijoeiro nos diferentes tratamentos.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Condições Experimentais

O trabalho foi conduzido na Fazenda Muquém, área pertencente à Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG. Utilizou-se a cultivar ANfc9, com hábito de crescimento tipo II, porte mais ereto, excelente sanidade de grãos e alto potencial produtivo. O espaçamento utilizado foi 0,6 m entre linhas com 12 plantas por metro linear. O estande dispunha de 200 mil plantas.

O experimento foi conduzido segundo as recomendações para a cultura, foi realizado o controle de plantas daninhas e pragas conforme o monitoramento. Os experimentos foram conduzidos na primeira safra 2020/2021.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Foram avaliadas a produtividade do feijoeiro e severidade da antracnose de ocorrência natural na área do experimento, ou seja, sem a inoculação de patógeno.

As aplicações dos tratamentos foram realizadas de modo isolado e com misturas com fungicida (fluxapiroxade + piraclostrobina), e foram aplicados nos estádios V4 (vegetativo), R5 (pré-floração) e R7 (formação de vagens) (Tabela 1). As aplicações dos tratamentos foram realizadas nos momentos de menor temperatura e velocidade do vento favorável à aplicação. Para a pulverização dos tratamentos foi utilizado pulverizador costal pressurizado à CO<sub>2</sub>, com barra de quatro bicos, ponta XR 110 02 e pressão de 30 psi. A velocidade de caminhada foi de 1,5 m/s e o volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 1-** Tratamentos aplicados no feijoeiro em condições de campo.

Especificações	Tratamentos	Dose
Testemunha	Testemunha	-
Orkestra	Fluxapiroxade + Piraclostrobina	0,3 L/ha
Supera	Hidróxido de cobre	0,4 L/ha
Difere	Oxicloreto de cobre	0,8 L/ha
Supera + Orkestra	Hidróxido de cobre + Fluxapiroxade + Piraclostrobina	0,4 L/ha + 0,3 L/ha
Difere + Orkestra	Oxicloreto de cobre + Fluxapiroxade + Piraclostrobina	0,8 L/ha + 0,3 L/ha

Fonte: Da autora (2022).

## 4.2 Avaliação de severidade da doença

Foram utilizadas 10 plantas por parcela para a avaliação da severidade da doença, considerando as linhas centrais. Foram realizadas 4 avaliações com intervalo de 4 dias, a partir do aparecimento dos primeiros sintomas. As avaliações da severidade da antracnose do feijoeiro foram realizadas com auxílio da escala diagramática proposta por Godoy et. al., (1997).

A partir dos resultados de severidade foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) com base na metodologia de Shaner; Finney (1977), utilizando a seguinte fórmula:

$$AACPD = \sum_{i=1}^n [(Y_{i+1} + Y_i) * 0,5] * (T_{i+1} - T_i)$$

No qual:

$Y_i$ : severidade da doença na época de avaliação

$i$  ( $i= 1, \dots, n$ );

$Y_{i+1}$ : severidade da doença na época de avaliação  $i + 1$ ;

$T_i$ : momento da avaliação inicial ( $i$ );

$T_{i+1}$ : momento da próxima avaliação ( $i + 1$ );

$n$  = número de avaliações;

## 4.3 Avaliação de produtividade

Para análise da produtividade, foram colhidas 100 plantas a partir do centro de cada parcela experimental. A retirada dos grãos das vagens foi realizada com o auxílio de uma trilhadeira com motor elétrico. O volume dos grãos colhidos foi pesado e determinado sua umidade para cálculo do rendimento final. O rendimento de grãos foi ajustado à umidade de 13%.

## 4.4 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) utilizando-se o programa Sisvar (FERREIRA, 2011). As variáveis significativas no teste F da ANAVA foram submetidas ao teste de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

## 5.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diferenças significativas foram observadas entre as médias da área abaixo da curva de progresso da severidade da antracnose (AACPS) avaliada em campo (Gráfico 1). O tratamento que apresentou menor AACPS foi a aplicação do fungicida (Fluxapirroxade + Piraclostrobina) de forma isolada, seguido do tratamento Hidróxido de Cobre 0,4 L/ha + Fungicida (Fluxapirroxade + Piraclostrobina) e da mistura com Oxicloreto de Cobre 0,8 L/ha + Fungicida (Fluxapirroxade + Piraclostrobina).

As diferentes fontes de cobre quando associado ao fungicida, apresentaram melhores resultados no controle da severidade da doença, e no aumento da produtividade da planta (Gráfico 2).

As fontes de cobre podem ser usadas de forma preventiva, fornecendo nutrientes, induzindo a resistência do hospedeiro e causando toxicidade direta ao patógeno, sendo uma prática de manejo para o controle direto da antracnose (PEREIRA, 2018). Observou-se que os produtos testados controlaram a doença em campo e diminuíram os danos causados por este patógeno.

A mistura de cúpricos com fungicidas sistêmicos é uma alternativa para manejo de doenças. Fonseca et al. (2014) avaliaram a eficiência do fungicida cúprico hidróxido de cobre em mistura com o fungicida chlorothalonil no controle da mancha preta na cultura do amendoim (cultivar Runner IAC 886). Os autores concluíram que o tratamento com chlorothalonil + hidróxido de cobre em associação foi o mais eficiente no controle de mancha-preta do amendoim resultando em maior produtividade.

Paula (2018) em estudo visando avaliar o controle de cercosporiose e ferrugem do cafeeiro com o uso de fungicida sistêmico associado ou não com protetores à base de cobre (Óxido Curposo, Oxicloreto de Cobre e Hidróxido de Cobre) verificou que o uso de protetores à base de cobre é de suma importância no controle da cercosporiose e ferrugem do cafeeiro, além de benéfico no aumento da produção.

Souza (2018) em testes realizados em campo, utilizado o fungicida oxicloreto de cobre, associado a chlorothalonil, piraclostrobina e epoxiconazol, observou que essas misturas podem ser usadas para complementar o controle do complexo das cercosporioses na cultura do amendoim.

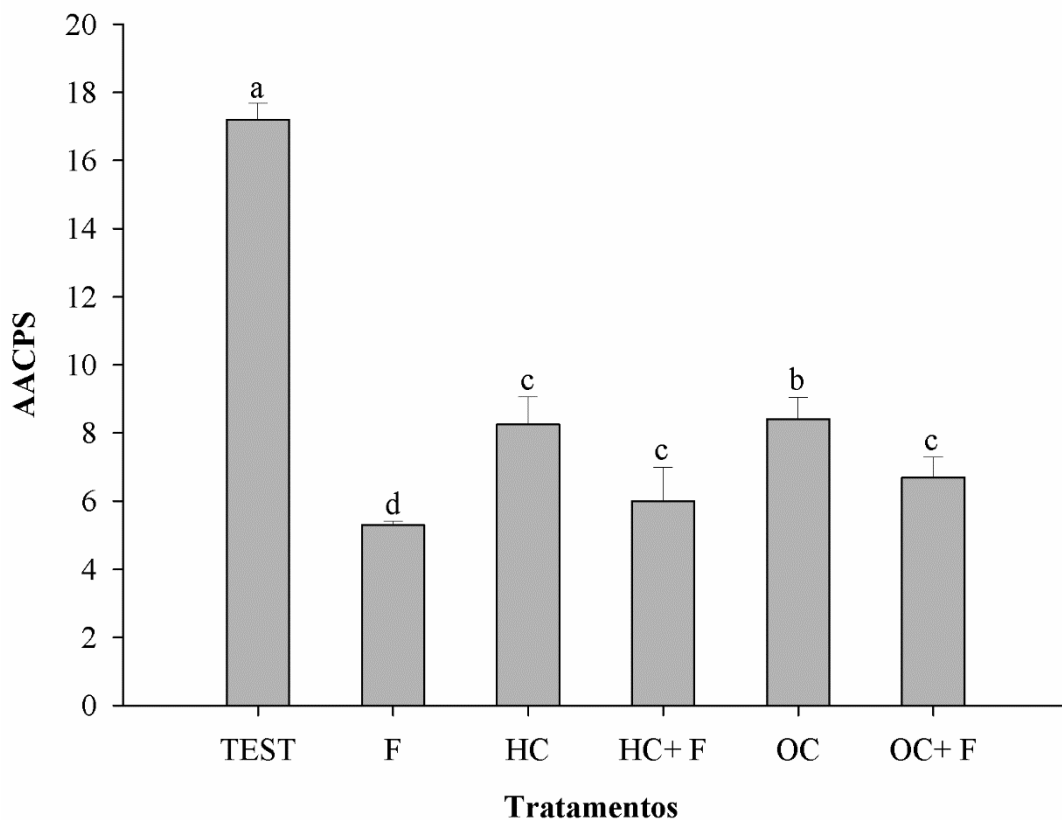
A aplicação foliar de cobre é uma alternativa para o controle de doenças, além de micronutriente para as plantas. O trabalho realizado por Bedin (2018) teve como objetivo verificar se as aplicações foliares com cobre, juntamente com caldas fitossanitárias, interferem



na reação da soja à ferrugem-asiática, com diferentes quantidades e fontes de cobre. que de acordo com o autor, o cobre interfere no progresso da doença, além de influenciar positivamente na produtividade de grãos.

A disponibilidade de micronutrientes para a planta é afetada por vários fatores do solo e ambiental. Em um estudo realizado por Cancian (2018) teve como objetivo avaliar se a aplicação de cobre, via foliar, na cultura da soja é capaz de proporcionar incrementos na produtividade de grãos, em cultivos conduzidos em solos com altos teores de fósforo. Como resultado, foi observado que a aplicação foliar de cobre, influenciou positivamente o número de vagens por planta, grãos por planta, a massa de 1000 grãos e produtividade da cultura da soja.

**Gráfico 1** – Área abaixo da curva de progresso da severidade da antracnose (AACPS) avaliada em feijão em testes realizados em campo.

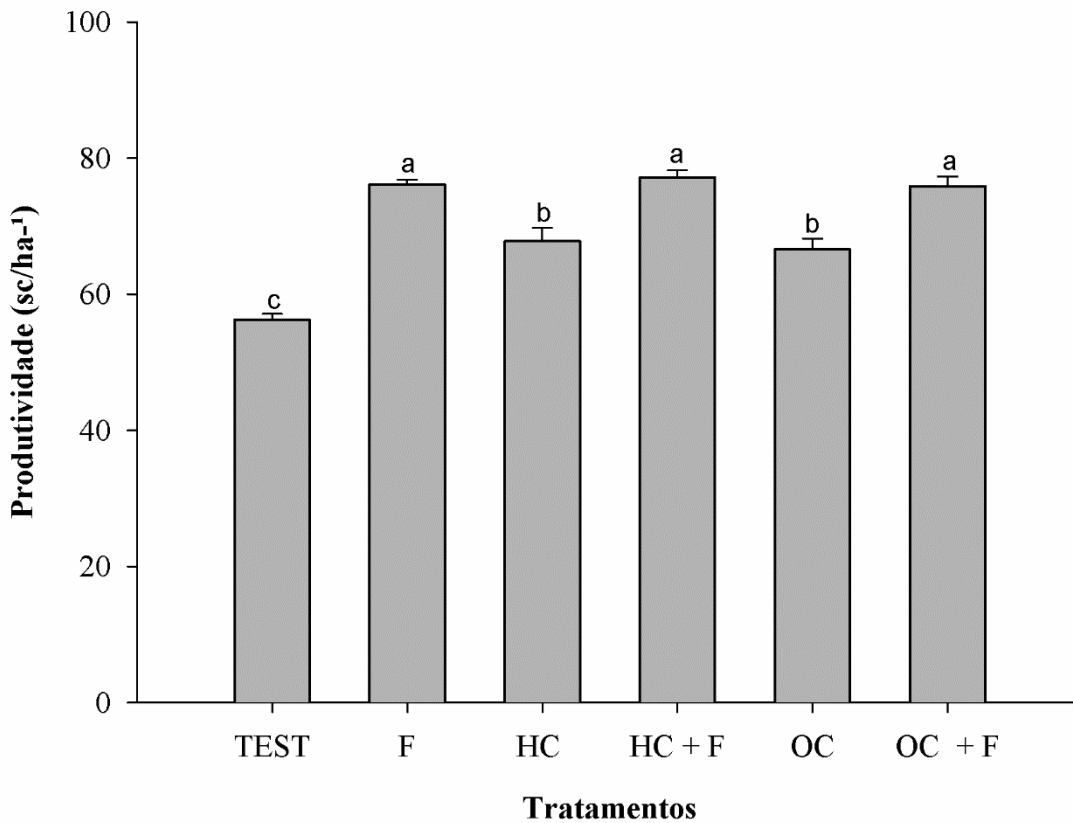


Legenda: TEST: Testemunha; F: Fungicida (Fluxapiraxade + Piraclostrobina); HC: Hidróxido de Cobre 0,4 L/ha; HC+F: Hidróxido de Cobre 0,4 L/ha + Fungicida (Fluxapiraxade + Piraclostrobina); OC: Oxicloreto de Cobre 0,8 L/ha; OC+F: Oxicloreto de Cobre 0,8 L/ha + Fungicida (Fluxapiraxade + Piraclostrobina).

Fonte: Da autora (2022)

Os tratamento Fungicida (0,3L/ha), Oxicleto de cobre (0,8L/ha) + Fungicida (0,3L/ha), Hidróxido de cobre (0,4L/ha) + Fungicida (0,3L/ha), não diferiram entre si, mas diferiram entre os demais tratamentos e houve um aumento considerável na produtividade de sc/ha (Gráfico 2). Os tratamentos Oxicleto de cobre (0,8L/ha) e Hidróxido de cobre (0,4L/ha), diferiram dos demais e houve um aumento na produtividade de sc/ha quando comparado com a testemunha.

**Gráfico 2** – Área abaixo da curva de progresso da produtividade da planta (as/ha) avaliada em feijão em testes realizados em campo.



Legenda: TEST: Testemunha; F:Fungicida (Fluxapiroxade + Piraclastrobina); HC: Hidróxido de Cobre 0,4 L/ha; HC+F: Hidróxido de Cobre 0,4 L/ha + Fungicida (Fluxapiroxade + Piraclastrobina); OC: Oxicleto de Cobre 0,8 L/ha; OC+F: Oxicleto de Cobre 0,8 L/ha + Fungicida (Fluxapiroxade + Piraclastrobina).

Fonte: Da autora (2022)

## **6. CONCLUSÃO**

A utilização do Hidróxido de Cobre e Oxicloreto de Cobre, em associação com Fluxaproxade + Piraclostrobina, pode reduzir a severidade da antracnose do feijoeiro, e influenciar na produtividade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAMIAN, P.; JONES, J. B.; VALLAD, G.E. Efficacy of copper and copper alternatives for management of bacterial spot on tomato under transplant and field production. **Crop Protection**, v. 126, p. 104919, 2019.

AGUIAR, M.S. et al. **BRS FS311: cultivar de feijoeiro-comum de grãos rajados, com alta produtividade e qualidade comercial**. Comunicado Técnico Embrapa-260, Santo Antônio de Goiás, GO, 2022, 8 p.

BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014. Santo Antônio de Goiás, GO: **Embrapa Arroz e Feijão**, 2012, 247 p.

BEDIN, E. **Aplicações foliares de cobre no manejo da ferrugem-asiática da soja**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo – UPF, Passo Fundo, 2018, 90 p.

BÉLANGER, R. R.; BENHAMOU, N.; MENEZIES, J.G. Mineral nutrition in the management of plant diseases. **Phytopathology**, St. Paul, v. 93, n.4, p. 402-412, Apr. 2003.

BIANCHINI, A.; MARINGONI, A. C.; CARNEIRO, S. M. T. P. G. **Doenças do feijoeiro**. In: KIMATI, H. et al. Manual de fitopatologia, doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997, v. 1, p. 376-399.

BIGIRIMANA, J.; HOFTE, M. Bean Anthracnose: inoculation methods and influence of plant stage on resistance of *Phaseolus vulgaris* cultivars. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 149, p. 403-408, 2001.

BISNETA, M. V. et al. New genomic regions for resistance to anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) through GBS-based genome-wide association study in common bean (*Phaseolus vulgaris*). **World Journal of Advanced Research and Reviews**, v. 12, n. 1, p. 020-040, 2021.

BRINATE, S.V.B. et al. **Teores foliares de cobre no cafeeiro arábica submetido aos efeitos da adição de cal ao sulfato de cobre**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, Curitiba, v. 2., 2015.

CANCIAN, M. **Aplicação de cobre na cultura da soja em solos com altos teores de fósforo**. Dissertação (Mestrado/Ciência do solo) / Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, RS, Santa Maria, 2018, 77 p.

CARNEIRO, J. E. S.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: do plantio a colheita**. Viçosa: Ed. UFV, 2015, 384 p.

CAPINERA, J. L.; DICKENS, K. Some effects of copper-based fungicides on plant-feeding terrestrial molluscs: a role for repellents in mollusc management. **Crop Protection**, v. 83, p. 76-82, 2016,

CARBONELL, S. A. M. et al. **Melhoramento genético do feijoeiro-comum e prevenção de doenças**. Viçosa: Epamig, 2012, 157 p.

CAMPA, A. et al. Genetic analysis of the response to eleven *Colletotrichum lindemuthianum* races in a RIL population of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **BMC Plant Biology**, London, v. 14, p. 115, Apr. 2014.

COELHO, J.D.; XIMENES, L.F. Feijão: produção e mercado. **Caderno Setorial ETENE**, v.5, n. 143, 2020.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, safra 2020/21, v. 8, n. 6, sexto levantamento, mar. 2021.** Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/36194\\_8144bfc95d544b42d23ab308b7016813](https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/36194_8144bfc95d544b42d23ab308b7016813)>

CROUS, P. W. et al. Re-evaluating the taxonomic status of *Phaeoisariopsis griseola*, the causal agent of angular leaf spot of bean. **Studies in Mycology**, New York, v. 55, n. 1, p. 163-173, 2006.

DAS, S. K.; PATRA, J. K.; THATOI, H. Antioxidative response to abiotic and biotic stresses in mangrove plants: A review. **International Review of Hydrobiology**, v. 101, n. 1-2, p. 3-19, 2016.

FAO. **WORLD FOOD AND AGRICULTURE – STATISTICAL POCKETBOOK 2018.** Rome. 2018, 254 p.

FERREIRA, J. J.; CAMPA, A.; KELLY, J. D. Organization of genes conferring resistance to anthracnose in common bean. In: VARSHNEY, R. K.; TUBEROSA, R. (Org.). **Translational genomics for crop breeding.** New York, 2013. p. 151– 176.

FLEMMING, C. A.; TREVORS, J. T. Copper toxicity and chemistry in the environment: a review. **Water, air, and soil pollution**, v. 44, n. 1, p. 143-158, 1989.

FONSECA, A. E.; BORBA, R. S.; BARROS, D.F. Evaluation of efficiency copper fungicide copper hydroxide mixture with fungicide chlorothalonil in control of black spots on culture of peanut, **Nucleus**, v. 11, p. 409-413, 2014.

FONSECA, A. E.; NUNES, B. M.; FERREIRA, J.J.B. Tenacity and persistence of copper fungicides in citrus seedlings under simulated rainfall. **Revista Caatinga**, v. 29, p. 677-684, 2016,

FOYER, C. H.; DESCOURVIERES, P.; KUNERT, K. J. Protection against oxygen radicals: an important defence mechanism studied in transgenic plants. **Plant, Cell & Environment**, v. 17, n. 5, p. 507-523, 1994.

GRAHAM, R.D.; WEBB, M. J. Micronutrients and disease resistance and tolerance in plants. In: MONTVEDT, J.J.; COX, F.R.; SHUMAN, L.M; WELCH, R.M. (Eds) Micronutrients in Agriculture, 2 ed. Madison, **Soil Society of America**, p. 329-370, 1991.

HAMMERSCHMIDT, R. Phytoalexins: what have we learned after 60 years. **Annual Review Phytopathology**, v.37, p.285-306, 1999.

HUANG, X. Y. et al. A heavy metal P-type ATPase OsHMA4 prevents copper accumulation in rice grain. **Nature Communications**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2016.

JUANG, K. W. et al. Effects of copper on root morphology, cations accumulation, and oxidative stress of grapevine seedlings. **Bulletin of environmental contamination and toxicology**, v. 102, n. 6, p. 873-879, 2019.

LAMICHHANE, J. R. et al. Challenges and opportunities for integrated pest management in Europe: A telling example of minor uses. *Crop Protection*, v. 74, p. 42-47, 2015.

MAPA (2009a). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA 395p. <<https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/regras-para-analise-de-sementes.pdf/view>>

MAPA (2009b). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de Análise Sanitária de Sementes. Brasília: Mapa/ACS 200p. <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumosagricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/manual-de-analisesanitaria-de-sementes/view>>

MARQUES, D.M. et al. Toxicidade do cobre nas respostas fotossintéticas e morfologia radicular de *Hymenaea courbaril* L. (*Caesalpinioideae*). **Poluição da Água, do Ar e do Solo**, v. 229, n. 5, pág. 1-14, 2018.

MARSCHNER, P. **Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants**. 3.ed. Edited by Marschner P. Amsterdam, Netherlands: Elsevier/Academic Press (2011), pp. 684

PADDER, B. A. et al. *Colletotrichum lindemuthianum*, the causal agent of bean anthracnose. **Journal of Plant Pathology**, v. 99, n. 2, p. 317–330, Jan. 2017.

DE PAULA, P. V. A. A. **Mistura de fungicidas sistêmicos com cúpricos e análise espaço temporal de doenças do cafeeiro**. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, 2018, 122 p.

PEREIRA, R.; ABREU, M. J.; SOUZA, E. A. Alternative method to assess the reaction of common bean strains to *Pseudocercospora griseola*. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v. 54, p. 230-231, 2011.

PEREIRA, B. A. **Fontes de cobre no controle da ferrugem do cafeeiro**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, 2018, 50 p.

PERFECT, S. E.; GREEN, J. R.; OCONNELL, R. J. Surface characteristics of necrotrophic secondary hyphae produced by the bean anthracnose fungus, *Colletotrichum lindemuthianum*. **European Journal of Plant Pathology**, v. 107, n. 8, p. 813–819, 2001.

POLANCO, L. R. et al. Biochemical aspects of bean resistance to anthracnose mediated by silicon. **Annals of Applied Biology**, v. 161, p. 140-150, July 2012.

RAMOS, M. F. T. **Depósito de caldas fungicidas e controle da ferrugem asiática em função da angulação da barra pulverizadora e da chuva na cultura da soja.** Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, 2020.

SALEEM, M.H. et al. Appraising growth, oxidative stress and copper phytoextraction potential of flax (*Linum usitatissimum* L.) grown in soil differentially spiked with copper. **Journal of environmental management**, v. 257, p. 109994, 2020.

SCHÜDER, I.; PORT, G.; BENNISON, J. The behavioural response of slugs and snails to novel molluscicides, irritants and repellents. **Pest Management Science: formerly Pesticide Science**, v. 60, n. 12, p. 1171-1177, 2004.

SCHUTTE, G.C. et al. Assessment of retention and persistence of copper fungicides on orange fruit and leaves using fluorometry and copper residue analyses. **Crop protection**, v. 42, p. 1-9, 2012.

SOUZA, M.B. **Eficácia de fungicida cúprico no controle das cercosporioses na cultura do amendoim.** Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, 2018, 55 p.

SILVA, R. A. R. et al. Controle alternativo de *Fusarium oxysporum* com a utilização de extratos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 27, n. 1, 2022.

SOUZA, R. S.; WANDER, A. E. Aspectos econômicos da produção de feijão no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 43–54, 2014.

SCHUTTE, G.C. et al. Assessment of retention and persistence of copper fungicides on orange fruit and leaves using fluorometry and copper residue analyses. **Crop protection**, v. 42, p. 1-9, 2012.

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. Ed. – Porto Alegre: Artmed, 918p. 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

ZAMBOLIM, L. et al. (Ed.). **Produtos fitossanitários**. Viçosa: Ed. UFV, 2008. 652 p.

ZAMBOLIM, L. **Fungicidas: benefícios e riscos**. Ação ambiental, Viçosa, MG, n.5, p. 24-27, 1999.

ZENG, Q. et al. Excess copper-induced changes in antioxidative enzyme activity, mineral nutrient uptake and translocation in sugarcane seedlings. **Bulletin of environmental contamination and toxicology**, v. 103, n. 6, p. 834-840, 2019.

WUANA, R. A.; OKIEIMEN, F. E. Heavy Metals in Contaminated Soils: A Review of Sources, Chemistry, Risks and Best Available Strategies for Remediation. **ISRN Ecology**, v. 2011, p. 1–20, 2011.