

Triazol + estrobilurina controla a cercosporiose e a ferrugem do café, e bioestimulantes + sacarose, reduz a fitotoxicidade

Triazole + strobilurin controls cercosporiosis and coffee rust, and biostimulants + sucrose reduces phytotoxicity

Triazol + estrobilurina controla la cercosporiosis y la roya del café, y bioestimulantes + sacarosa reducen la fitotoxicidad

Recebido: 31/01/2025 | Revisado: 10/02/2025 | Aceitado: 11/02/2025 | Publicado: 16/02/2025

Diogo Aparecido de Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0866-910X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil

E-mail: diogoapcarvalho4@gmail.com

Marcelo Loran de Oliveira Freitas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1183-1630>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil

E-mail: marcelo.freitas@ifmg.edu.br

Matheus Lucas Silva Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6142-2589>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil

E-mail: matheuslucass0410@gmail.com

Túlio Silva Costa

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3683-6563>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil

E-mail: tuliocosta710@gmail.com

Luís Otávio Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0660-8027>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil

E-mail: luisotaviof13@gmail.com

Resumo

Doenças como cercospora, ferrugem e problemas com fitotoxicidade são limitações na produção cafeeira. O objetivo deste trabalho foi reafirmar a eficiência do controle químico baseado nos grupos químicos Triazol + Estrobilurina sobre a cercospora e a ferrugem do cafeeiro e seu efeito fitotóxico, bem como verificar se bioestimulantes ou sacarose a 4% podem minimizar a fitotoxicidade. Foram realizados dois ensaios distintos, sendo que o primeiro incluiu os seguintes tratamentos: T1) Aproach® - 500 mL/ha, T2) Piori Xtra® - 750 mL/ha, T3) Sphere Max® - 400 mL/ha, T4) Opera® 1,5 L/ha, T5) Testemunha, no segundo ensaio foram realizados os tratamentos: T1) Opera® 1,5 L/ha, T2) Opera® 1,5 L/ha + Fertiactyl® 0,5 L/ha, T3) Opera® 1,5 L + Stimulate® 1 L/ha, T4) Opera® 1,5 L/ha + Physio crop® 1. 5 L/ha, T5) Testemunha, conduzido em Bambuí-MG, o primeiro ensaio teve início em março de 2022 na cultivar Catuaí 62 Amarelo, com carga pendente de 20 sacos/hectare, e o segundo em fevereiro de 2023 na cultivar Rubi MG 1185, sem carga pendente. Os produtos à base de triazol + estrobilurina foram eficientes no controle da cercospora e da ferrugem, sendo semelhantes e superiores à testemunha, o produto à base de picoxistrobina + ciproconazol, Aproach®, não causou redução no crescimento das plantas, e o produto à base de piraclostrobina + epoxiconazol, Opera®, causou a maior redução. A eficácia dos produtos Stimulate®, Fertiactyl® e sacarose 4% também foi comprovada para atenuar os efeitos fitotóxicos da aplicação do Opera®, melhorando o número médio de folhas nos ramos após o tratamento.

Palavras-chave: Eficiência; Travamento; Fitotoxicidade; Fitotóxico.

Abstract

Diseases such as cercospora, rust and problems with phytotoxicity are limitations in coffee production. The aim of this work was to reaffirm the efficiency of chemical control based on the chemical groups Triazol + Strobilurin on cercospora and coffee rust and its phytotoxic effect, as well as to verify whether biostimulants or 4% sucrose can minimize phytotoxicity. Two separate trials were carried out, the first of which included the following treatments: T1) Aproach® - 500 mL/ha, T2) Piori Xtra® - 750 mL/ha, T3) Sphere Max® - 400 mL/ha, T4) Opera® 1.5 L/ha, T5) Witness; the second trial included the following treatments: T1) Opera® 1.5 L/ha, T2) Opera® 1.5 L/ha + Fertiactyl® 0.5 L/ha, T3) Opera® 1.5 L + Stimulate® 1 L/ha, T4) Opera® 1.5 L/ha + Physio crop® 1. The first trial began in March 2022 on the Catuaí 62 Amarelo cultivar, with a hanging load of 20 bags/hectare, and the second in February 2023 on the Rubi MG 1185 cultivar, with no hanging load. The

products based on triazole + strobilurin were efficient in controlling cercospora and rust, being similar to and superior to the control, the product based on picoxystrobin + cyproconazole, Aproach®, caused no reduction in plant growth, and the product based on pyraclostrobin + epoxiconazole, Opera®, caused the greatest reduction. The efficacy of the products Stimulate®, Fertiactyl® and sucrose 4% was also proven to mitigate the phytotoxic effects of the application of Opera®, improving the average number of leaves on the branches after treatment.

Keywords: Efficiency; Locking; Phytotoxicity; Phytotoxic.

Resumen

Enfermedades como la cercospora, la roya y problemas de fitotoxicidad son limitantes en la producción de café. El objetivo de este trabajo fue reafirmar la eficiencia del control químico basado en los grupos químicos Triazol + Stribolurin sobre cercospora y roya del café y su efecto fitotóxico, así como verificar si los bioestimulantes o la sacarosa al 4% pueden minimizar la fitotoxicidad. Se realizaron dos ensayos separados, el primero de los cuales incluyó los siguientes tratamientos: T1) Aproach® - 500 mL/ha, T2) Priori Xtra® - 750 mL/ha, T3) Sphere Max® - 400 mL/ha, T4) Opera® 1,5 L/ha, T5) Testigo; el segundo ensayo incluyó los siguientes tratamientos: T1) Opera® 1,5 L/ha, T2) Opera® 1,5 L/ha + Fertiactyl® 0,5 L/ha, T3) Opera® 1,5 L + Stimulate® 1 L/ha, T4) Opera® 1,5 L/ha + Physio crop® 1. El primer ensayo se inició en marzo de 2022 en el cultivar Catuaí 62 Amarelo, con una carga suspendida de 20 bolsas/hectárea, y el segundo en febrero de 2023 en el cultivar Rubi MG 1185, sin carga suspendida. Los productos a base de triazol + estrobilurina fueron eficaces en el control de cercospora y roya, siendo similares y superiores al testigo, el producto a base de picoxistrobina + ciproconazol, Aproach®, no causó reducción en el crecimiento de la planta, y el producto a base de piraclostrobina + epoxiconazol, Opera®, causó la mayor reducción. También se comprobó la eficacia de los productos Stimulate®, Fertiactyl® y sacarosa 4% para mitigar los efectos fitotóxicos de la aplicación de Opera®, mejorando el número medio de hojas en las ramas tras el tratamiento.

Palabras clave: Eficiencia; Cierre; Fitotoxicidad; Fitotóxico.

1. Introdução

O café é uma planta nativa da região alta da Etiópia, que por volta de 1.727 foi introduzido no Brasil, pertencendo à família Rubiaceae e ao gênero *Coffea*, dividido em dois grupos, sendo ele o *C. arábica* que possui maior porcentagem de áreas plantadas dentro da comunidade cafeeira e *C. canephora* possuindo menos área, mas, sendo expressivo em regiões mais quentes e com menor altitude. A produção de café brasileira na safra de 2023/24 alcançou 54,7 milhões sacas de café arábica e canephora (Conab, 2024), o que representa cerca de 31% da produção mundial estimada para safra de 2023/24 a 171,4 milhões de sacas (Ferreira, 2024), esse alto valor de produção faz com que o Brasil se torne o maior produtor mundial, seguido por Vietnã e Colômbia.

Para se manter no topo de produção é necessário tecnologia e manejos eficientes para lidar com todos fatores bióticos e abióticos que podem interferir prejudicialmente na safra, destacando como fatores bióticos a presença de doenças em campo, onde a cercosporiose e ferrugem do cafeeiro se destacam por comumente gerar perdas no Brasil, em condições favoráveis a doença, essas perdas pode chegar a 40% da produção (Oliveira et al., 2021).

A cercosporiose é causada pelo fungo *Cercospora coffeicola*, e seus prejuízos vão da perda de taxa fotossintética a perda da qualidade do fruto, são caracterizadas por dois estilos de manchas patogênicas no café, a mancha marrom ocular (BES) e a Manha Preta (BS), sendo elas ambas manchas necróticas, subcirculares a irregulares, variando a coloração e largura dos anéis, porém mantendo uma coloração mais clara no centro, cercado por um anel amarronzado e um halo amarelado na extremidade, sendo essas variações em suas características causadas pela mesma espécie (Vale et al., 2021).

A ferrugem do cafeeiro é causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*, e seus prejuízos estão relacionados de forma direta a desfolha acentuada, o que diminui a taxa fotossintética e a produção, suas lesões na parte adaxial da folha são arredondadas e amareladas no início, porém com o avanço da lesão e a da esporulação do fungo, podem surgir morte do tecido celular central na lesão, na parte abaxial da folha surgem pústulas pulverulenta alaranjada (Alhudaib & Ismail, 2024). Essa espécie possui alta variabilidade genética, sendo um total de 16 raças identificadas no Brasil, onde a raça II é a mais comum (Zambolim & Caixeta, 2019).

Ultimamente o uso de cultivares resistentes aumentou, porém grande parte das áreas plantadas ainda são com cultivares suscetíveis, como é o caso das cultivares Mundo Novo e Catuaí, o que faz do manejo químico o pilar fundamental

para o controle da cercosporiose e ferrugem do café (Oliveira et al., 2021).

Para o manejo químico no Brasil, de acordo com o Agrofitec, 2024, de todos os produtos registrados para a cercosporiose ou ferrugem do café, cerca de 60% deles possuem em sua formulação o grupo químico triazol, seja puro ou em mistura com outro grupo químico, sendo recorrente a mistura dos grupos químicos triazóis + estrobilurinas, o que destaca a grande importância destes grupos químicos no controle das principais doenças cafeeiras. Já foi muito bem relatado a eficiência das misturas de triazóis e estrobilurinas, porém elas vêm sendo postas em dúvida, tendo vista que já é existente a resistência a triazóis por outras culturas, o que traz a importância de se realizar levantamento da eficiência de controle com o decorrer dos anos, para verificar se os manejos dos produtores estão sendo bem posicionados.

O grupo químico triazol, também está diretamente relacionado com a condição de estresse durante sua assimilação, e quando aplicado em altas dosagens tendem a causar efeito tóxico até mesmo em plantas adultas, principalmente ligado a ação anti-giberelina desenvolvida por ele, deixando as folhas encarquilhadas, pequenas e verde escuras, ocorrendo uma grande frutificação, porém os frutos ficam menores e a maturação atrasa (Matiello et al., 2015). Possuindo diferentes formas de se relacionar com lipídeos, segundo Li et al., (2022), quanto mais hidrofóbico o triazol maior a probabilidade de se concentrar nos tecidos com maior conteúdo lipídico, o que faz com que esse grupo tenha uma grande capacidade de se concentrar e causar efeito fitotóxico quando a planta está com baixa quantidade de água circulando, seja pelo momento do dia com temperaturas mais altas, ou por efeitos climáticos de maior alcance como El Niño e La Niña, recorrente no Brasil nos últimos anos.

Desse modo, o objetivo do presente trabalho foi reafirmar a eficiência do controle químico a base dos grupos químicos Triazol + Estrobilurina na cercosporiose e ferrugem do cafeeiro e seu efeito fitotóxico, além de verificar se os bioestimulantes ou sacarose a 4% conseguem minimizar a fitotoxicidade.

2. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa experimental, de natureza qualitativa para as características das folhas jovens, e quantitativa para o restante das avaliações, comprimento de internódio em centímetros (cm), área abaixo da curva do progresso da doença e número médio de folhas nos ramos após tratamento (Pereira et al., 2018) com uso de estatística descritiva simples com valores de frequência absoluta (Shitsuka et al., 2014).

2.1 Local e Data

O presente trabalho foi conduzido no município de Bambuí, localizado na região centro-oeste de Minas Gerais, dividido em dois ensaios distintos.

O primeiro ensaio foi conduzido no cultivar Catuaí 62 Amarelo, com idade de 10 anos, disposta no espaçamento 3,5 x 0,7 m, a mesma apresentava uma carga pendente de 20 sacos/hectare, realizado na fazenda Vista Longa, iniciado no dia 20 de março de 2022 e concluído no dia 20 de abril de 2022.

O segundo ensaio foi realizado pós-recepa, no cultivar Rubi MG 1185, disposta no espaçamento 3,5 x 0,7 m, a mesma não possuía carga pendente pois estava com 2 anos realizado no setor de cafeicultura do IFMG campus Bambuí, iniciado no dia 08 de fevereiro de 2023 e concluído no dia 29 de abril de 2023.

2.2 Delineamento experimental do primeiro ensaio

No primeiro ensaio utilizou-se o DBC (Delineamento em Blocos Casualizados) com 4 blocos e 12 plantas por bloco, sendo que uma planta em cada extremidade foi descartada nas avaliações. No ensaio foram aplicados quatro produtos comerciais mais a testemunha, compondo os seguintes tratamentos (Tabela 1):

Tabela 1 – Produtos comerciais testados para o controle da cercosporiose e ferrugem do cafeeiro, nome comercial, ingrediente ativo e dosagem.

TRATAMENTO	PRODUTO COMERCIAL	INGREDIENTE ATIVO	DOSE/HECTARE (400 L de calda/ha)
T1	Aproach®	picoxistrobina + ciproconazol	500 mL/ha
T2	Priori Xtra®	azoxistrobina + ciproconazol	750 mL/ha
T3	Sphere Max®	trifloxistrobina + ciproconazol	400 mL/ha
T4	Opera®	piraclostrobina + epoxiconazol	1,5 L/ha
TESTEMUNHA	Água		

*Foi adicionado à calda de pulverização óleo vegetal na dosagem de 0,5% do volume de calda em todos os tratamentos. Fonte: Autores.

No início foi realizado uma amostragem para determinar o momento ideal de aplicação do controle químico, avaliando também o nível de infestação inicial das doenças de cercospora e ferrugem. Para avaliar a cercospora realizou-se amostragem de 8 folhas por planta, avaliando um total de 25 plantas (Matiello *et al.*, 2015), determinando um nível de infestação de 15%. E para ferrugem realizou-se amostragem no terço médio da planta, avaliando o 3º e 4º pares de folha dos dois lados da mesma planta, amostrando 25 plantas no total (Matiello *et al.*, 2015), determinando um nível de infestação de 12,5%. Após 15 e 30 dias da aplicação foram repetidas essas avaliações para determinar o nível de cercospora e ferrugem no cafeeiro, sendo essas avaliações realizadas nas respectivas datas 03 de abril de 2022 e 17 de abril de 2022. Durante a avaliação do dia 17 de abril de 2022, também foi realizada a medição do comprimento dos internódios, medindo o comprimento do 2º e 3º internódio no terço médio da planta. As avaliações realizadas serviram como base para se calcular a área abaixo da curva do progresso da doença, obtendo a média e submetendo a análise de variância (ANOVA), e quando significativas submetidas ao teste Scott Knot a 5%, utilizando o software R.

2.3 Delineamento experimental do segundo ensaio

O segundo experimento também foi conduzido em delineamento de DBC (Delineamento de Blocos Casualizados) com 4 blocos e 10 plantas por bloco, sendo avaliadas somente as 8 plantas centrais. No ensaio foram distribuídos os tratamentos colocando o produto Opera® como agente causador da fitotoxicidade, pois no primeiro ensaio, ele demonstrou ser o produto com maior potencial de toxidade como será discutido a frente. Foi testado diferentes aplicações para diminuir o efeito da fitotoxicidade, incluindo sacarose 4%, água (Testemunha 0), Opera® (Testemunha controle) e bioestimulantes (Tabela 2):

Tabela 2 – Tratamentos utilizados para testar os bioestimulantes + sacarose 4% para amenizar a fitotoxicidade causada pelo Opera®.

TRATAMENTO	PRODUTO COMERCIAL	INGREDIENTE ATIVO	DOSE/HECTARE (400 L de calda/ha)
T1	Opera®	piraclostrobina e epoxiconazol	1,5 L/ha
T2	Opera® + Fertiactyl®	piraclostrobina e epoxiconazol + (Extrato de algas)	1,5 L/ha + 0,5 L/ha
T3	Opera® + Stimulate®	piraclostrobina e epoxiconazol + (Hormônios sintéticos)	1,5 L/ha + 1,0 L/ha
T4	Opera® + Physio crop®	piraclostrobina e epoxiconazol + (Organomineral)	1,5 L/ha + 1,5 L/ha
T5	Opera® + Açúcar	piraclostrobina e epoxiconazol + (Sacarose 4%)	1,5 L/ha + 4%
TESTEMUNHA	Água		

Fonte: Autores.

O segundo ensaio contabilizou a quantidade média de folhas nos ramos plagiotrópicos após 50 dias da aplicação de cada tratamento, sendo primeiramente demarcado com amarrilho plastificado antes da aplicação, possibilitando que as contagens feitas após sejam contabilizadas somente as novas folhas que surgiram após aplicação, sendo contabilizado somente as folhas totalmente abertas. Todos os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância (ANAVA), sendo que, significativos foram submetidos ao teste de Scott Knot a 5% de significância utilizando-se o software R.

2.4 Aplicação dos produtos

As aplicações dos produtos químicos em ambos ensaios, foram feitas com tubo atomizador costal da marca STHIL com capacidade máxima de 15 litros de calda. O volume de aplicação foi regulado até o ponto de escorrimento de plantas. O pH da calda foi medido e obtendo se o valor aproximado de 5,5 e a pulverização foi realizada na parte da manhã, com temperatura próxima a 26°C e a umidade relativa do ar próxima aos 62%.

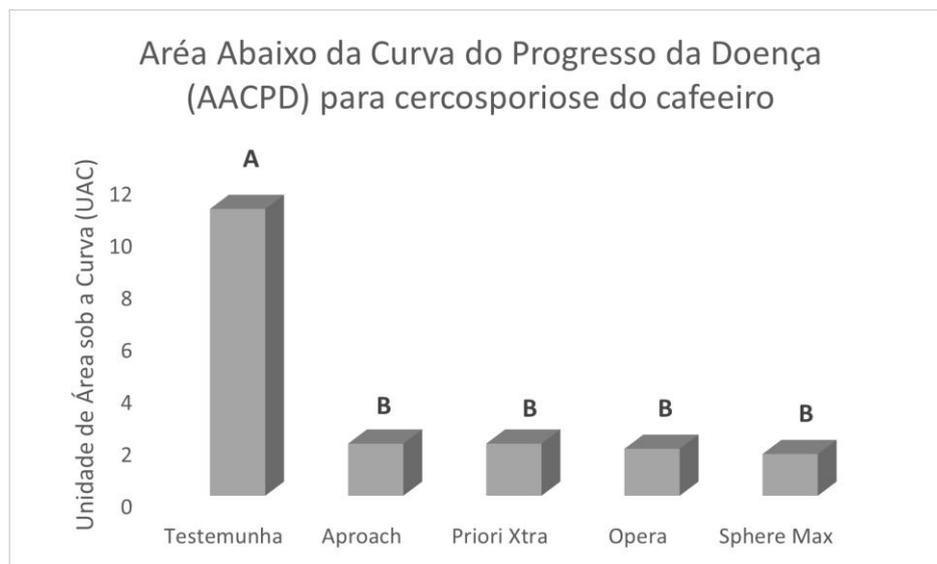
3. Resultados

3.1 Primeiro ensaio

3.1.1 Identificação da eficiência de controle da cercosporiose

Os produtos utilizados não apresentaram diferença significativas entre si no controle da cercosporiose-do-cafeeiro, porém diferiram da testemunha na redução da incidência desta doença, como podemos observar através da área abaixo da curva do progresso (Figura 1).

Figura 1 - Área abaixo da curva do progresso da incidência da cercosporiose do cafeeiro submetido aos tratamentos com os fungicidas e a testemunha.



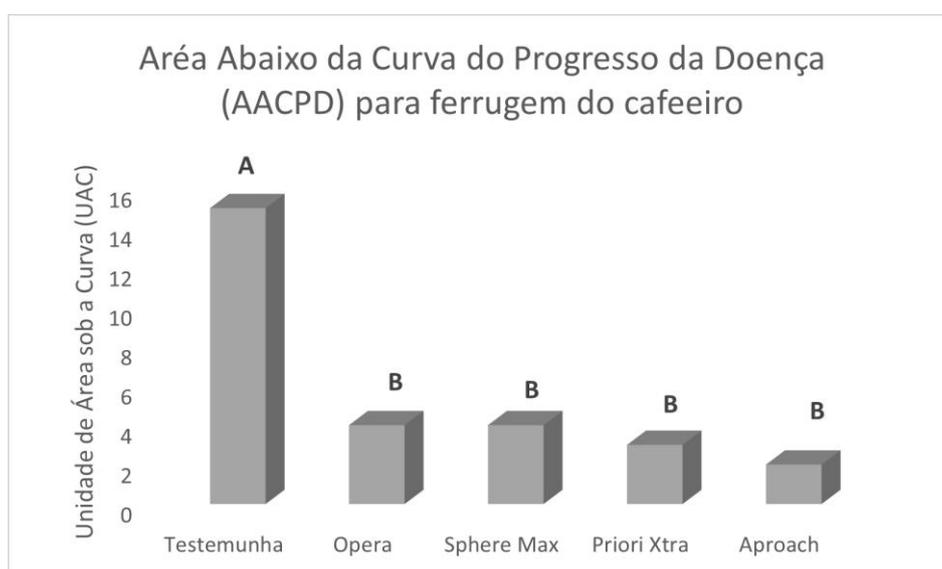
* Barras com letras diferentes significam diferença estatística pelo teste Skott Knott a 5% de significância. Fonte: Autores.

Como pode ser visto na Figura 1, os quatro produtos à base de triazol + estrobirulina aplicados não evidenciaram diferença entre si, já no tratamento-testemunha, que não recebeu fungicida, o nível de cercosporiose foi bem maior. Os resultados obtidos mostram que os produtos comerciais, aplicados nas dosagens recomendadas, apresentam a mesma eficiência para controle da cercosporiose, e isto dá a segurança necessária ao produtor na hora de decidir qual produto utilizar.

3.1.2 Identificação da eficiência de controle da ferrugem do cafeeiro

Os produtos utilizados não apresentaram diferença entre si no controle da ferrugem-do-cafeeiro, porém diferiram da testemunha na redução da incidência desta doença, como podemos observar através da área abaixo do progresso (Figura 2).

Figura 2 - Área abaixo da curva do progresso da incidência da ferrugem do cafeeiro submetido aos tratamentos com os fungicidas e a testemunha.



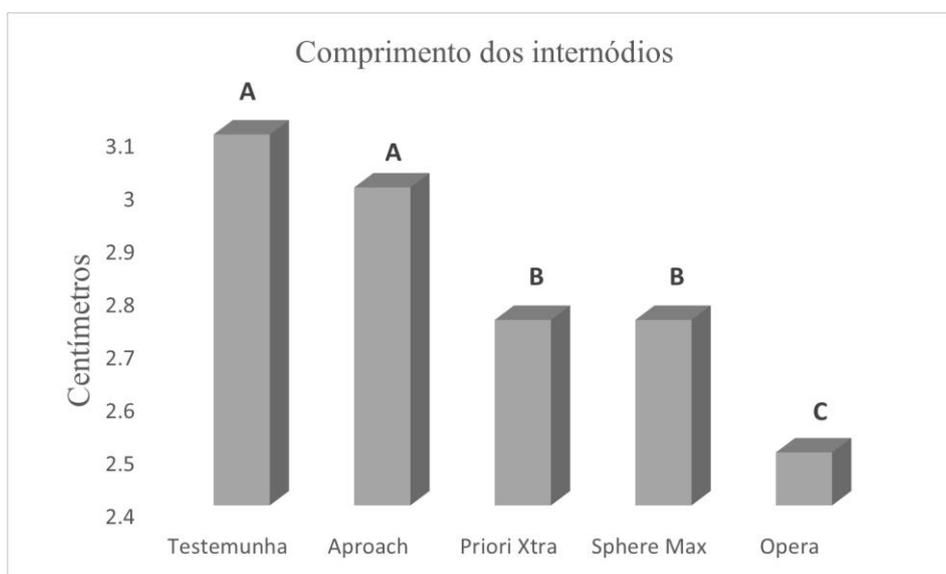
* Barras com letras diferentes significam diferença estatística pelo teste Skott Knott a 5% de significância. Fonte: Autores.

Como pode ser visto na Figura 2, os quatro produtos à base de triazol + estrobilurina que foram aplicados não evidenciaram diferença entre si, já no tratamento-testemunha, que não recebeu fungicida, o nível de ferrugem foi bem maior. Os resultados obtidos mostram que os produtos comerciais, aplicados nas dosagens recomendadas, apresentam a mesma eficiência para controle da ferrugem, e isto dá a segurança necessária ao produtor na hora de decidir qual produto utilizar.

3.1.3 Identificação de travamento dos entrenós

Houve diferenças significativas entre os tratamentos aplicados quanto ao tamanho do internódio do 2° e 3° pares de folha (Figura 3).

Figura 3 - Comprimento médio do 2° ao 3° internódio de dois ramos plagiotrópicos localizados no terço médio da planta 30 dias após os tratamentos.



* Barras com letras diferentes significam diferença estatística pelo teste Skott Knott a 5% de significância. Fonte: Autores.

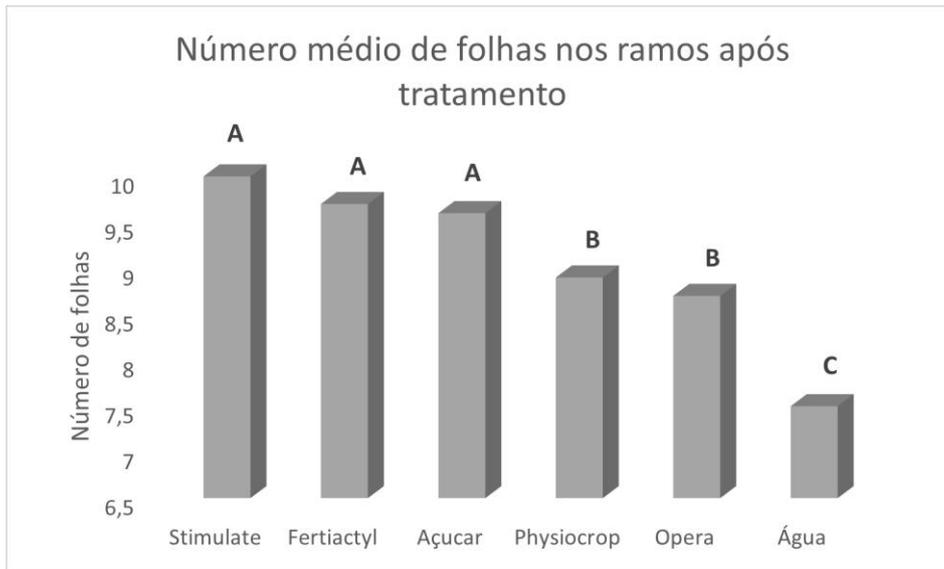
Os tratamentos com menor comprimento dos internódios são os que utilizam como princípio ativo as moléculas de piraclostrobin (Estrobilurina) + epoxiconazol (Triazol), tendo em vista que no fator controle da cercospora (Figura 3) e ferrugem (Figura 4), ambos os tratamentos se mostraram com a mesma eficiência, e que no fator comprimento de internódios houve diferença entre os tratamentos, essa característica pode ser utilizada como informação no fator de escolha do produto para o produtor.

3.2 Segundo ensaio

3.2.1 Identificação de formas para mitigar o efeito travamento dos entrenós

Obteve-se diferença significativa em relação à quantidade de folhas nos ramos, posterior à aplicação dos produtos, quando comparados. (Figura 4).

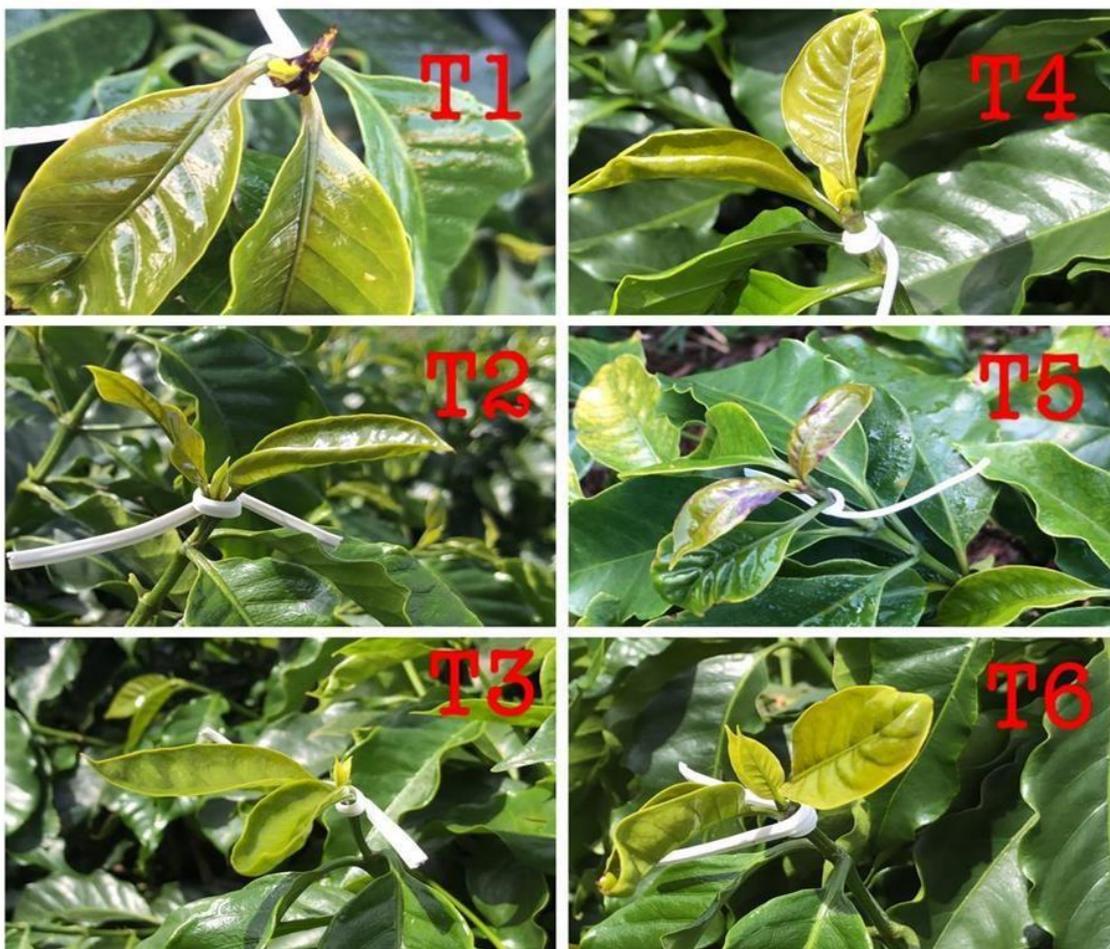
Figura 4 - Número de folhas nos ramos contadas após a aplicação dos produtos.



* Barras com letras diferentes significam diferença estatística pelo teste Skott Knott a 5% de significância. Fonte: Autores.

Como podemos observar na Figura 4, os tratamentos que utilizaram como base os produtos Stimulate®, Fertiactyl® e açúcar (respectivamente, T3, T2 e T5), conseguiram mitigar os efeitos da fitotoxicidade, melhorando o número médio de folhas no ramo após tratamentos, já o tratamento à base de Physiocrop® (tratamento 4) se comportou igualmente ao tratamento que contou somente com a aplicação de Opera® (tratamento 1). Outro resultado observado foi na testemunha que contou com a aplicação só de água, que teve o menor número médio de folhas no ramo após tratamentos, tendo em vista que não foi realizado aplicação fúngica, o que favorece o desenvolvimento da doença, e com isso a desfolha. O efeito da fitotoxicidade nas plantas é visível após aplicação de Opera®, como podemos observar na Figura 5.

Figura 5 - Características das folhas jovens onde foram aplicados os produtos.



Fonte: Autores.

Como observado na Figura 5, o tratamento 1, que utilizou somente a aplicação do Opera®, responsável por representar o princípio ativo epoxiconazol, foi o que mais sofreu com a fitotoxicidade no primeiro momento, enquanto os outros tratamentos que combinaram diversos produtos + Opera®, além da testemunha que utilizou somente água, sofreram menos quando comparados visualmente nos primeiros momentos.

4. Discussão

Todos os fungicidas químicos a base de Triazol + Estrobilurina utilizados neste trabalho se mostraram ainda eficientes para o controle da cercosporiose e ferrugem do cafeeiro, sendo estatisticamente iguais entre si e diferentes da testemunha.

Esse mesmo resultado foi obtido em 2016 por Matos *et. al.*, que confirmou a eficiência dos triazóis associados as estrobilurinas em um trabalho a campo, na fazenda Nossa Senhora do Carmo em Romaria – MG, onde foi testado diferentes princípios ativos associados ou separados, pertencendo eles ao mesmos grupos químicos do presente trabalho, sendo os triazóis e as estrobilurinas atuando na ferrugem do cafeeiro, porém neste trabalho foi mostrado diferença significativa entre os tratamentos, porém todos eles obtiveram uma área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD), menor que a testemunha, confirmando sua eficiência.

Outro trabalho que obteve resultado similar foi realizado por Honorato Jr *et. al.*, (2015), onde testou diferentes combinações de fungicidas a base de triazol e estrobilurinas, realizando parte em estufa e parte a campo, conciliando aplicação

foliares e via solo, onde comprovou que ambas as aplicações obtiveram um controle eficiente, mantendo o nível de ferrugem abaixo da testemunha, porém tendo diferença significativa entre eles.

Por fim Patricio e Braghini (2011), realizou um trabalho com mudas de café, avaliando diferentes princípios ativos do grupo químico triazol + piraclostrobina (estrobilurina) para incidência e severidade de cercospora, obtendo como resultado uma diferença significativa entre os tratamentos com produtos em relação a testemunha, sendo que todos tiveram um controle eficiente, garantindo menos doença que a testemunha.

Foi comprovado neste trabalho o travamento no comprimento de internódios, destacando o produto Opera®, com menor crescimento de internódio, seguido por Priori Xtra® e Sphere Max®, e por fim Aproach® que comportou como a testemunha, conclui-se que essa redução do crescimento é explicada pela ação do triazol, que inibe a biossíntese do hormônio giberelina, como observado por Ribeiro *et. al.* (2019). Portanto, essa queima observada na figura 5 (T 1), pode ser causada pelo triazol que nos confirma mais uma vez a ação anti-giberelina e travamento no desenvolvimento da planta causado por aplicações a base de triazol, destacando o princípio ativo Epoxiconazol.

O autor Child *et. al.*, (1993), também afirmou que os fungicidas do grupo químico triazois tem a capacidade de inibir a biossíntese da giberilina (GAs), o que faz com que diminua o desenvolvimento da planta, e conforme ocorra aumento da dosagem de triazol aplicada na planta, aumenta também o grau de travamento da planta, sendo mais crítico quando ocorre a intoxicação da planta por falha na aplicação ou falta de água, onde ocorre o acúmulo excessivo do produto e leva o travamento severo na região.

Neste presente trabalho confirma-se a ação de minimizar o estresse causado pela aplicação de fungicidas a base de triazol, pelos produtos Stimulate®, Fertiactyl® e sacarose 4% (açúcar), onde possibilitaram um número de folhas nos ramos plagiotrópicos maior que nos tratamentos utilizando somente água, Opera® e Opera® + Physio crop®. Esse efeito é justificável pela ação que os três primeiros tratamentos efetuam para amenizar o efeito da inibição da biossíntese do ácido giberélico causado pelo triazol.

Sendo a aplicação do Fertiactyl® uma fonte de nutrientes como nitrogênio, fosforo e potássio, que estão ligados a produção e regulação de fitormônios como a auxina e ácido giberélico (Taiz & Zeiger, 2013). A aplicação exógena de Stimulate® fornece cinetina (Citocinina), ácido giberélico (Giberilina) e ácido 4-indol-3ilbutírico (Auxina) de forma sintética, suprimindo a carência da planta de forma direta. Por fim, a aplicação de sacarose beneficia diversos fatores dentro da planta, como à produção de açúcares, vitaminas e proteínas (Tan *et. al.*, 2021), e também, segundo Gautam *et al.*, (2020), a aplicação exógena de sacarose aumenta a expressão de genes que envolvem fitormônios, inclusive o ácido giberélico.

Também é justificável que a testemunha se comportou como o Opera®, pois a ferrugem proporcionou uma intensa desfolha no cafeeiro, que fez com que o cafeeiro perdesse as folhas que iriam ser contabilizadas, gerando um resultado similar ao que contou com a aplicação do Opera®, porém por motivos diferentes, tendo em vista que a ação anti-giberilina causada pelo epoxiconazol inibiu o crescimento de novas folhas.

5. Conclusão

Diante das análises efetuadas verificou-se que fungicidas à base de triazol + estrobilurina foram eficientes no controle da cercosporiose e da ferrugem do cafeeiro e não houve diferença entre eles no nível de controle.

Foi evidenciado, também, que o fungicida a base de picoxistrobina (Estrobilurina) + ciproconazol (Triazol), Aproach®, não causou redução no crescimento da planta, e o produto a base de piraclostrobina (Estrobilurina) + epoxiconazol (Triazol), Opera®, foi o que mais causou redução.

Foi comprovado também a eficiência dos produtos Stimulate®, Fertiactyl® e sacarose 4% para amenizar os efeitos fitotóxicos oriundos da aplicação do Opera®, melhorando o número médio de folhas nos ramos após tratamento, sendo estes tratamentos uma possível estratégia para melhorar o manejo do produtor.

Referências

- Alhudaib, K., & Ismail, M. A. (2024). *First Occurrence of Coffee Leaf Rust Caused by Hemileia*. Arq. Inst. Biol. 78(2), Apr-Jun 2011. DOI:10.1590/1808-1657v78p2412011.
- Child, D. R., Evans, E. D., Allen, J., & Arnold, M. G. (1993). *Growth responses in oilseed rape (Brassica napus L.) to combined applications of the triazole chemicals triapenthenol and tebuconazole and interactions with gibberellin*. Plant Growth Regulation 13, 203-212, 1993.
- Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). *Acompanhamento da safra brasileira de café*, 1(1), (2024), Brasília.
- Ferreira, T. L. (2024). *Produção mundial de café para safra 2023-2024 totaliza 171,4 milhões de sacas de 60 Kg*. Revista Cultivar. <https://revistacultivar.com.br/noticias/producao-mundial-de-cafe-estimada-para-safra-2023-24-totaliza-171-4-milhoes-de-sacas-de-60kg#:~:text=%7C%20Agricultura-,Produ%C3%A7%C3%A3o%20mundial%20de%20caf%C3%A9%20estimada%20para%20safra%202023%2D24%20totaliza,milh%C3%B5es%20de%20sacas%20de%2060kg&text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20total%20de%20caf%C3%A9,milh%C3%B5es%20de%20sacas%20de%2060kg>.
- Gautam, A., Kumar, N., Dubey, K. A., Ranjan, R., Sahu, N., Behera, K. S., ... Mallick, S. (2020). *Sucrose plays key role in amelioration of arsenic induced phytotoxicity through modulating phosphate and silicon transporters, physiological and biochemical responses in C3 (Oryza sativa L.) and C4 (Zea mays L.)*. Environmental and Experimental Botany Volume 171, March 2020, 103930. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2019.103930.
- Honorato Jr, J., Zambolim, L., Lopes, N. U., Lopes, P. U., & Duarte, S. S. H. (2015). *DMI and Qol fungicides for the control of coffee leaf rust*. Australasian Plant Pathol. (2015) 44:575–581. DOI: 10.1007/s13313-015-0373-4.
- Li, H., Li, Y., Wang, W., Wan, Q., Yu, X., & Sun, W. (2021). *Uptake, translocation, and subcellular distribution of three triazole pesticides in rice*. Environmental Science and Pollution Research (2022) 29:25581–25590. DOI: 10.1007/s11356-021-17467-6.
- Matiello, J. B., Santinato, R., Almeida, S. R., & Garcia, A. L. A. (2015). *Cultura de café no Brasil: manual de recomendações*. Varginha: Fundação Procafé.
- Matos, G. A., Sousa, A. F., Júnior, P. J., & Lima, M. L. (2016). *Avaliação da mistura de fungicidas no controle de doenças do cafeeiro*. Revista Getec, 5(9), 90-103/2016.
- Oliveira, B. C. A., Pereira, A. A., Caixeta, T. E., Resende, V. D. M., & Ribeiro, F. M. (2021). *Cultivares de café resistentes à ferrugem: alternativa viável para a cafeicultura das Matas de Minas*. Embrapa Café.
- Patricio, A. R. F., & Braghini, T. M. (2011). *Efeito de fungicidas triazóis sobre o controle da cercosporiose em mudas de cafeeiro*. Arq. Inst. Biol., São Paulo, 78(2), 241-249. DOI: 10.1590/1808-1657v78p2412011.
- Pereira A. S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [free e-book]. Editora UAB/NTE/UFMS.
- Ribeiro, A. F. F., Pereira, F. L., & Matsumoto, N. S. (2019). *Content of Photosynthetic Pigments and Leaf Gas Exchanges of Young Coffee Plants under Light Restriction and Treated with Paclobutrazol*. Journal of Experimental Agriculture International, p. 1-13. DOI: 10.9734/JEAI/2019/v3i2i630128.
- Sardinha, T. L., Machado, M. M. C., Macedo, A. L., Ferreira, O. B., França, C. A., Santos, A. E., ... Júnior, N. E. (2019). *Uso de sacarose na desintoxicação de plantas de cafeeiro submetidas à deriva de glyphosate*. Journal of Environmental Analysis and Progress, 4(4), 273-279.
- Shitsuka, R. et al. (2014). *Matemática fundamental para tecnologia*. (2ed.). Editora Erica.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2013). *Fisiologia vegetal*. (5.ed.). Editora Artamed.
- Tan, C., Zhang, L., Duan, X., Chá, X., Huang, R., Kang, Y. ... Yang, X. *Effects of exogenous sucrose and selenium on plant growth, quality, and sugar metabolism of pea sprouts*. Science of Food and Agriculture, 102(7), DOI: 10.1002/jsfa.11626.
- Vale, S. A. P., Resende, V. L. M., Botelho, S. M. A., Andrade, L. C. C., Alves, E., Ogoshi, C., ... Ludwig, H. P. (2021). *Epitypification of Cercospora coffeicola and its involvement vastatrix on Coffee in Saudi Arabia*. Microbiol. Res. (2024) 15, 164–173. DOI:10.1007/s10658-020-02170-y.
- Zambolim, L., & Caixeta, T. E. (2019). *An overview of physiological specialization of coffee leaf rust: New designation of pathotypes*. International Journal of Research in Agronomy 2019; 2(1), 28-41.