

ETILFOSFONATO DE COBRE, FUNGICIDAS E FERTILIZANTES FOLIARES NO MANEJO DA MANCHA DE PHOMA DO CAFEIEIRO

Manoel Batista da Silva Júnior¹; Victor Augusto Maia Vasconcelos²; Gustavo César Dias Silveira³; Mário Roberto Nogueira Colares⁴; Alberto Carlos Bittencourt Junqueira⁵; Bruno Menezes Silva⁶; Priscila de Fátima Pereira⁷; Deila Magna dos Santos Botelho⁸; Mário Lúcio Vilela de Resende⁹

¹Doutor, Analista de Pesquisa e Desenvolvimento da Satis Indústria e Comércio LTDA, manoel@satis.ind.br

²Mestrando em Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, victoraugusto_m@hotmail.com

³Doutorando em Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, gustavogcs@hotmail.com

⁴Doutorando em Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, mnogueiracolares@gmail.com

⁵Graduando em agronomia, Universidade Federal de Lavras, alberto.bittencourt24@gmail.com

⁶Graduando em agronomia, Universidade Federal de Lavras, bruno.menezes.silva@outlook.com

⁷Doutoranda em Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, priscilla.pereira@outlook.com

⁸Pós doutoranda em Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, deilamagna@hotmail.com

⁹Professor, PhD, Universidade Federal de Lavras, Departamento de Fitopatologia, mlucio@dfp.ufla.br

RESUMO: A mancha de Phoma causa perdas expressivas nos cultivos de café. Novas táticas de manejo como o uso de fosfonatos e fertilizantes foliares associados aos fungicidas podem melhorar o controle da doença. O objetivo deste trabalho foi avaliar uma formulação de etilfosfonato de cobre (EFCu) e fertilizantes foliares associados aos fungicidas boscalida (BOS) e iprodiona (IPRO) no manejo da mancha de Phoma e na produtividade do cafeeiro. O ensaio foi realizado em lavoura de 14 anos plantada com o cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 em DBC com 4 repetições de 10 plantas nas safras 17/18 e 18/19. Foi utilizado o esquema fatorial com 6 tratamentos x 2 formas de nutrição foliar (com ou sem a aplicação dos fertilizantes foliares). Os tratamentos avaliados foram: Testemunha, EFCu, BOS, IPRO, EFCu+BOS e EFCu+IPRO. Para a nutrição foliar foi utilizada a linha de produtos da empresa Satis para a cultura do café. Todos os produtos foram aplicados com pulverizador costal motorizado. Foram realizadas avaliações mensais da desfolha e calculada a área abaixo da curva de progresso da desfolha (AACPD). Foram marcados 6 ramos por planta e em uma roseta por ramo foram contabilizados os chumbinhos sadios e doentes. Com base nos chumbinhos doentes foi calculada a percentagem de mumificação. Para avaliar a produtividade as 6 plantas centrais foram colhidas, os grãos foram secos e pesados. Foram coletadas folhas antes do início das aplicações e após a primeira safra para verificar o estado nutricional das plantas. Houve interação significativa entre tratamentos e nutrição foliar para a AACPD nas 2 safras e para os chumbinhos mumificados na safra 18/19. Para a AACPD os tratamentos EFCu+BOS e EFCu+IPRO promoveram maiores controles com ou sem a aplicação dos fertilizantes foliares e a nutrição foliar promoveu menor AACPD em ambas as safras, independente dos tratamentos, exceto no tratamento EFCu na safra 18/19. Para os chumbinhos mumificados na safra 17/18 EFCu+BOS e EFCu+IPRO foram os tratamentos de maior controle e a nutrição foliar reduziu a mumificação. Na safra 18/19 com ou sem nutrição foliar EFCu+BOS e EFCu+IPRO promoveram os maiores controles e a nutrição foliar reduziu a mumificação no tratamento testemunha. Nos demais tratamentos não houve diferenças significativas. Para o número de chumbinhos por roseta não houve interação em ambas as safras. Na safra 17/18 a nutrição foliar aumentou a quantidade de chumbinhos por roseta. Para a produtividade os tratamentos EFCu+IPRO, BOS e EFCu+BOS diferiram da testemunha e promoveram incrementos significativo. A nutrição aumentou significativamente em 3 sacos a produtividade. A associação dos fertilizantes foliares e o EFCu aos fungicidas proporcionou maior o controle da mancha de Phoma e aumentou a produtividade do cafeeiro.

PALAVRAS-CHAVE: controle químico, fosfonatos, adubação foliar, *Coffea arabica*, *Phoma tarda*.

ETHYLPHOSPHONATE OF COPPER, FUNGICIDES AND FOLIAR FERTILIZERS FOR MANAGEMENT OF PHOMA LEAF SPOT OF COFFEE

ABSTRACT: Phoma leaf spot causes significant losses in coffee crops. New management tactics such as the use of phosphonates and fungicide-associated foliar fertilizers may improve disease control. The objective of this work was to evaluate a formulation of copper ethylphosphonate (EFCu) and foliar fertilizers associated with boscalide (BOS) and iprodione (IPRO) on Phoma spot management and coffee yield. The experiment was carried in a 14 year old coffee crop Catuaí Vermelho IAC 144 cultivar in DBC with 4 replications of 10 plants in the 17/18 and 18/19 seasons. It was used the factorial scheme with 6 treatments x 2 form of leaf nutrition (with or without the application of foliar fertilizers). The treatments evaluated were: Control, EFCu, BOS, IPRO, EFCu+BOS and EFCu+IPRO. For leaf nutrition was used the Satis coffee products line. All products were applied with motorized costal sprayer. Monthly defoliation evaluations were performed and the area under the defoliation progress curve (AUDPC) was calculated. Six branches per plant were marked and one rosette per branch counted the healthy and diseased pellets. Based on the diseased pellets the percentage of mummification was calculated. To evaluate the yield the 6 central plants were harvested, the grains were dried and weighed. Leaves were collected before the beginning of the applications and after each season to verify the

nutritional status of the plants. There were significant interactions between treatments and leaf nutrition for AACPD in the 2 seasons and for the mummified pellets in the 18/19 crop. For AACPD the treatments EFCu+BOS and EFCu+IPRO promoted greater controls with or without the application of foliar fertilizers and leaf nutrition promoted lower AACPD in both seasons, regardless of treatments, except for the EFCu treatment in the 18/19 crop. For the mummified pellets in the 17/18 season EFCu+BOS and EFCu+IPRO were the treatments with the highest control and leaf nutrition reduced the mummification. In the 18/19 harvest with or without leaf nutrition, EFCu+BOS and EFCu+IPRO promoted the highest control and leaf nutrition reduced mummification in the control treatment. In the other treatments there were no significant differences. For the number of pellets per rosette there was no interaction in both seasons. In the 17/18 season, the leaf nutrition increased the number of pellets per rosette. For yield the treatments EFCu+IPRO, BOS and EFCu+BOS differed from the control and promoted significant increase. The nutrition significantly increased in 3 bags the productivity. The association of foliar fertilizers and EFCu with fungicides improved Phoma spot control and increased coffee yield.

KEY WORDS: chemical control, fosfonates, leaf fertilization, *Coffea arabica*, *Phoma tarda*.

INTRODUÇÃO

O cafeeiro se destaca como um dos principais cultivos do Brasil, país maior produtor mundial do grão. Segundo dados da Conab (2019) a área plantada corresponde a 1,9 milhões de hectares e a produção nacional foi de 55 e 45 milhões de sacas beneficiadas nas safras 17/18 e 18/19. Dentre os fatores que causam perdas na produtividade destaca-se a mancha de Phoma. Esta doença é uma das mais importantes do cafeeiro, principalmente em regiões de montanha onde as condições de temperatura próxima de 20°C, altitudes superiores a 900m e molhamento foliar favorecem o desenvolvimento do fungo *Phoma tarda*, agente etiológico da enfermidade. Os danos incluem lesões foliares, queda e mumificação de flores e chumbinhos e seca dos ramos do ápice à base. As perdas podem atingir 15 a 43% da produção. Para o manejo os produtores têm utilizado exclusivamente o controle químico já que os cultivares de café mais plantados são susceptíveis à mancha de Phoma (Silva Júnior et al., 2018). Novas táticas de manejo têm sido utilizadas no manejo de doenças de plantas, dentre as quais podem ser citadas a aplicação de fosfonatos (fosfitos) e nutrientes via foliar. Segundo Dalio et al. (2012) os fosfonatos e fosfitos são produtos obtidos pela reação do ácido fosforoso com uma base forte de Ca, Cu, Mn, K ou Zn, por exemplo. O resultado da reação recebe a denominação de fosfonatos (fosfito) de Ca, Cu, Mn, K ou Zn e pode atuar por indução de resistência e nutrição no hospedeiro ou por toxidez direta ao patógeno. Já a adubação foliar é uma prática realizada de forma recorrente em cultivos de café através da pulverização de produtos comerciais visando complementar a nutrição das plantas. Como o principal foco da adubação foliar é o fornecimento de micronutrientes ao cafeeiro e estes são cofatores de enzimas de defesa, esta prática pode auxiliar o manejo de doenças (Silva Júnior et al., 2018; Resende, 2017). Segundo Toyota (2008) a aplicação de uma formulação comercial de fosfito de cobre promoveu controle da ferrugem (*Hemilea vastatrix*) em campo e aumentou a atividade de enzimas de defesa em mudas de cafeeiro inoculadas com *Cercospora coffeicola*. Já de acordo com Silveira (2018) uma formulação comercial de etilfosfonato de cobre promoveu controle da podridão radicular seca (*Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*), aumentou a atividade da peroxidase e promoveu incremento da produtividade do feijoeiro em campo. Com relação à nutrição foliar Silva Júnior et al. (2018) e Resende (2017) observaram que a aplicação de fertilizantes foliares promoveu redução na severidade da mancha de Phoma e mancha aureolada (*Pseudomonas syringae* pv. *garcae*) em mudas de cafeeiro. Além disso, a aplicação destes produtos aumentou a atividade fotossintética, atividade da fenilalanina amônia liase (FAL) e incrementou o teor de nutrientes das mudas. Sendo assim a associação da nutrição foliar e dos fosfonatos com os fungicidas pode melhorar o controle da mancha de Phoma. Assim, objetivou-se no presente trabalho avaliar a associação de fertilizantes foliares e uma formulação de etilfosfonato de cobre (EFCu) associados aos fungicidas boscalida (BOS) e iprodiona (IPRO) no manejo da mancha de Phoma e na produtividade do cafeeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Boqueirão localizada a altitude de 1120m no município de Campos Gerais, MG. O ensaio foi conduzido em lavoura de 14 anos plantada com o Cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 em espaçamento de 3,5 x 0,8m (3571 plantas/ha) nas safras 17/18 e 18/19. O experimento foi instalado em esquema fatorial com 6 tratamentos x duas faixas, uma com aplicação dos fertilizantes foliares e outra não (Tabela 1). Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados com 4 repetições. As parcelas foram compostas por 10 plantas de uma linha, sendo as 6 plantas centrais avaliadas. Com exceção do manejo fitossanitário e a adubação foliar, os demais tratamentos culturais foram realizados conforme o manejo do produtor. Esta lavoura é conduzida com poda tipo “Safr zero” e a mesma realizada 15/07/2018 após a safra de produção alta (17/18). Produtos, doses e épocas de aplicação dos fertilizantes foliares estão descritos na tabela 2.

Tabela 1. Produtos, ingredientes ativos, doses e épocas de aplicação dos tratamentos

Nutrição foliar	Nome comercial	Ingrediente ativo	Doses (g ou mL/ha)	Época de aplicação
	Testemunha	---	---	---
Sim ou Não	Fulland®	Etilfosfonato de cobre (EFCu)	2000	Pré e pós florada (set/out)
	Cantus®	Boscalida (BOS)	150	
	Rovral®	Iprodiona (IPRO)	1000	
	Fulland® + Cantus®	EFCu + BOS	2000 + 150	
	Fulland® + Rovral®	EFCu + IPRO	2000 + 1000	

Em todas as aplicações foi utilizado o adjuvante Vitaphix Power (50 mL/ha).

Tabela 2. Produtos comerciais, especificações, doses e épocas de aplicação utilizados na nutrição foliar do cafeeiro.

Produto	Especificação	Doses (g ou mL/ha)	Estádio
Vitan ^(LF)	Aminoácidos, macro e micronutrientes	1000	Pós colheita
Humicbor ^(LF)	Ácido húmico, extrato de algas, polióis e boro	1500	Pré florada
Vitakelp ^(LF)	Extrato de algas e aminoácidos	500	
Vitaphol SM Café ^(SF)	Sais de macro e micronutrientes quelatizados	2500	Chumbinho
Vitan ^(LF)	Aminoácidos, macro e micronutrientes	1000	
Vitaphol SM Café ^(SF)	Sais de macro e micronutrientes quelatizados	2500	Expansão dos frutos
Vitan ^(LF)	Aminoácidos, macro e micronutrientes	1000	
Sturdy ^(LF)	Extrato de algas e fósforo	1500	
Vitan ^(LF)	Aminoácidos, macro e micronutrientes	1000	Grão verde
Humicbor ^(LF)	Ácido húmico, extrato de algas, polióis e boro	1500	
Sturdy ^(LF)	Extrato de algas e fósforo	1500	
Vitaphol SM Café ^(SF)	Sais de macro e micronutrientes quelatizados	2500	Grão verde cana
Mathury ^(LF)	Acetato de potássio	5000 - 12000	

^(LF)Produto de formulação líquida aplicado via foliar

^(SF)Produto de formulação sólida aplicado via foliar

Para o manejo da ferrugem e da cercosporiose foram realizadas 3 aplicações do fungicida azoxystrobin + ciproconazol (500 mL/ha) no fim dos meses de novembro, janeiro e março nas 2 safras. Já para a mancha aureolada foi aplicado hidróxido de cobre (2000 g/ha) na área sem nutrição foliar e na área com nutrição aplicou-se o próprio EFCu (2000 mL/ha), ambos pulverizados na pré e pós florada. Todas as aplicações foram realizadas com pulverizador costal motorizado (400 L/ha e 30 psi). Após a aplicação dos tratamentos (agosto/2017) foram realizadas avaliações mensais do enfolhamento nas 6 plantas centrais da parcela conforme escala de Boldini (2001). Com base no enfolhamento foi calculada a desfolha e pela desfolha foi determinada a área abaixo da curva de progresso da desfolha (AACPD) conforme Shanner e Finey (1977). Para avaliação do número de chumbinhos por roseta e percentagem de chumbinhos mumificados foram marcados 6 ramos por planta com barbante e na primeira roseta acima deste foram contabilizados o número de chumbinhos e a percentagem destes que se apresentavam mumificados. Foi determinado o controle promovido pelos tratamentos na AACPD e na percentagem de chumbinhos mumificados por metodologia de Abbott (1925). Para avaliação da produtividade foram colhidas as 6 plantas centrais, os frutos foram secos até 13% de umidade e seu peso foi aferido e convertido para sacas por hectare (sc/ha). Como o manejo do produtor é de “safra zero” foi colhida apenas a primeira produção (safra 17/18). Foram coletadas em cada uma das repetições das faixas com e sem nutrição foliar amostras de folhas para determinação dos teores de macro e micronutrientes antes das pulverizações e ao fim da primeira e segunda safras. As análises estatísticas foram realizadas no software R 3.1.3. Os resíduos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificação dos pressupostos da análise de variância e em caso de significância os dados foram transformados para $\sqrt{(X+1)}$. Os dados foram então submetidos ao teste F e em caso de significância as médias foram diferenciadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o progresso da desfolha na safra 17/18 observou-se que todos os tratamentos reduziram a desfolha em relação à testemunha, sendo a redução maior na área onde foram aplicados os fertilizantes foliares. Na safra 18/19 os tratamentos apresentaram efeito semelhante e a nutrição foliar reduziu a desfolha quando comparada a não aplicação dos fertilizantes foliares (Figura 1).

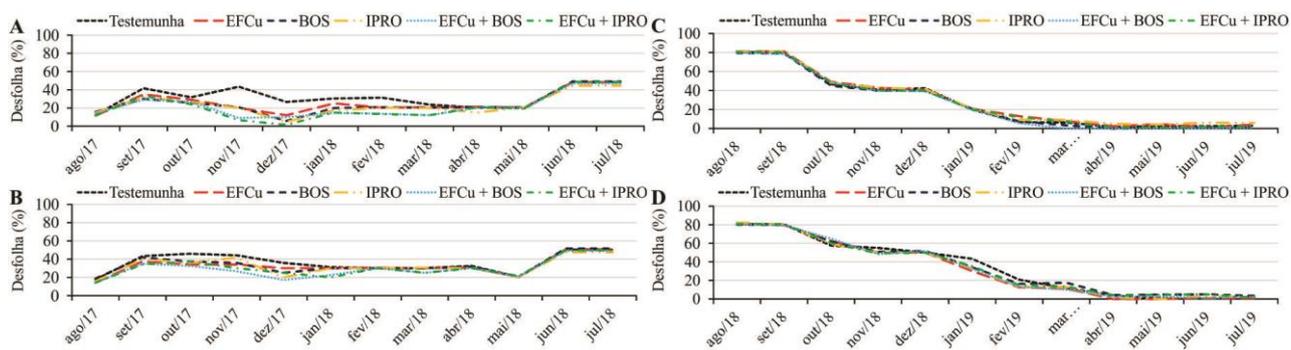


Figura 1. Progresso da desfolha em função dos tratamentos com (A e C) e sem (B e D) nutrição foliar nas safras 17/18 (A e B) e 18/19 (C e D).

Em relação à AACPD houve interação entre os tratamentos e a nutrição foliar nas 2 safras. Na safra 17/18 desdobrando os tratamento dentro da nutrição foliar, as misturas do EFCu com o fungicidas diferiram da testemunha e promoveram controle de 33 e 35% com nutrição. Sem a nutrição foliar todos os tratamento diferiram da testemunha e promoveram controle de 7 a 19%. Ao desdobrar a presença ou ausência da nutrição dentro dos tratamentos observou-se que independente do tratamento a nutrição foliar reduziu a AACPD. Já na safra 18/19 não houve diferença significativa entre os tratamentos independente da aplicação ou não dos fertilizantes foliares. Desdobrando a nutrição em cada tratamento apenas não houve redução na AACPD no tratamento EFCu, nos demais a nutrição reduziu significativamente a desfolha (Figura 2).

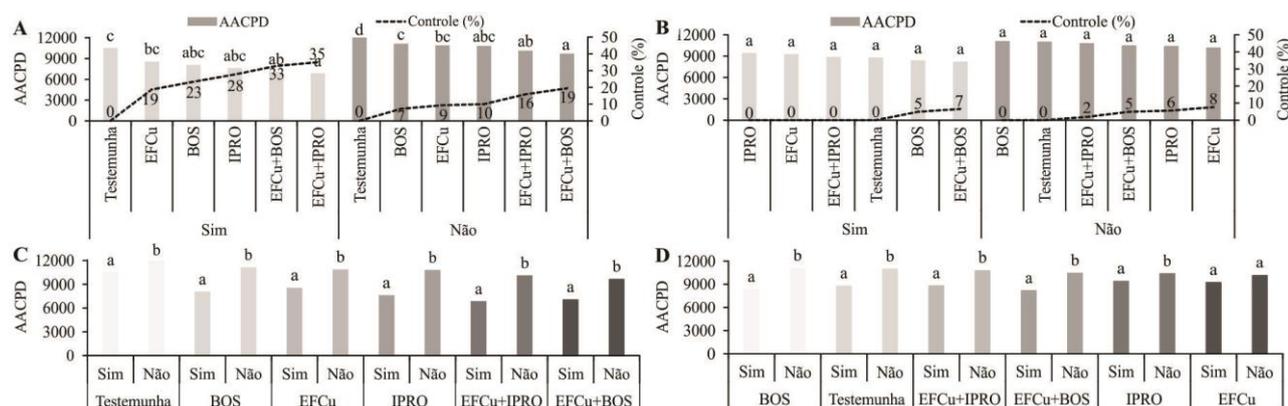


Figura 2. AACPD em função dos tratamentos desdobrados dentro da nutrição foliar (A e B) e da nutrição foliar desdobrada dentro dos tratamentos (C e D) na safra 17/18 (A e C) e 18/19 (B e D). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Para o número de chumbinhos não houve interação entre tratamento e nutrição foliar nas 2 safras. Na safra 17/18 não houve diferença entre ao tratamentos. A nutrição foliar aumentou a quantidade de chumbinhos por roseta. Na safra 18/19 não houve diferenças significativas para os tratamentos e a nutrição foliar (Figura 3).

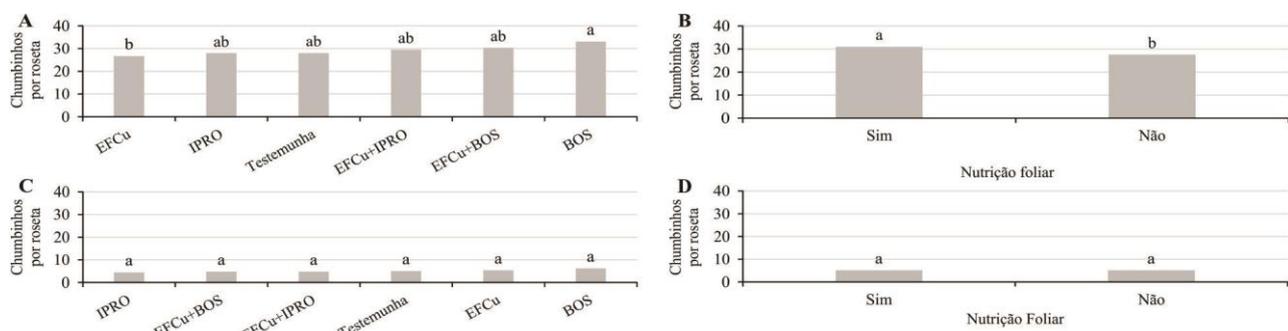


Figura 3. Número de chumbinhos por roseta em função dos tratamentos (A e C) e da nutrição foliar (B e D) nas safras 17/18 (A e B) e 18/19 (C e D). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Em relação ao número de chumbinhos mumificados não houve interação significativa entre tratamentos e nutrição na safra 17/18. Todos os tratamentos diferiram da testemunha e EFCu+BOS e EFCu+IPRO promoveram os controles mais efetivos da doença, de 75 e 77%, respectivamente. A nutrição foliar reduziu a mumificação de chumbinhos comparada com a não aplicação dos fertilizantes foliares. Na safra 18/19 houve interação significativa. Desdobrando tratamentos dentro da nutrição foliar, com nutrição foliar EFCu+BOS e EFCu+IPRO foram superiores à testemunha e promoveram controle de 96 e 97%. Sem nutrição foliar todos os tratamentos diferiram da testemunha e as misturas também promoveram os maiores controles de 100% ambas. Desdobrando a nutrição foliar dentro do tratamento houve diferença significativa apenas na testemunha, onde a nutrição foliar reduziu a mumificação. Nos demais tratamentos não houve diferenças entre o uso ou não dos fertilizantes foliares (Figura 4).

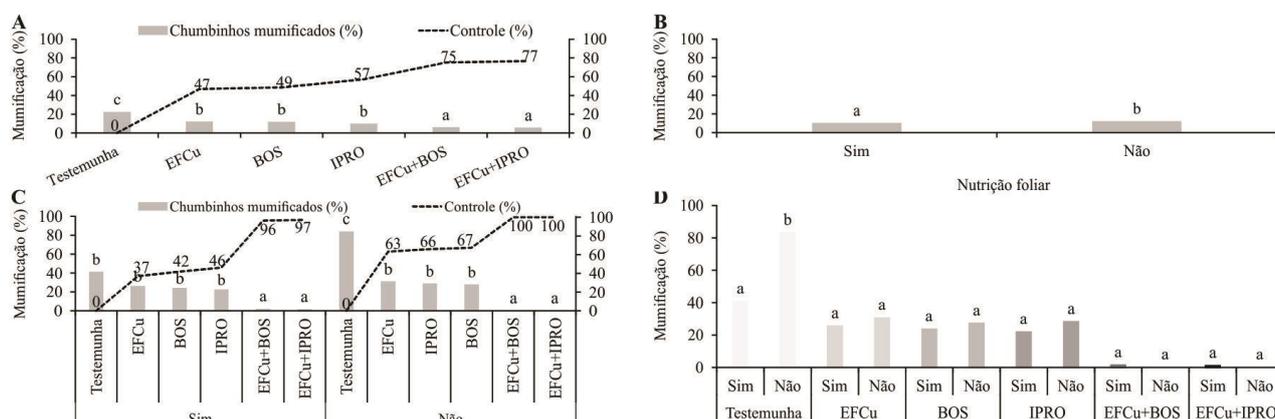


Figura 4. Percentagem de chumbinhos mumificados em função dos tratamentos (A) e da nutrição foliar (B) na safra 17/18 e dos tratamentos desdobrados na nutrição foliar (C) e da nutrição foliar desdobrada nos tratamentos (D) na safra 18/19. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Para a produtividade não houve interação significativa. Os tratamentos EFCu+IPRO, BOS e EFCu+BOS diferiram da testemunha e promoveram incrementos de 9, 10 e 20 sacas, respectivamente. A nutrição foliar promoveu produtividade de 70 sacos/ha e diferiu significativamente da não aplicação dos fertilizantes foliares com 67 sacos/ha (Figura 5).

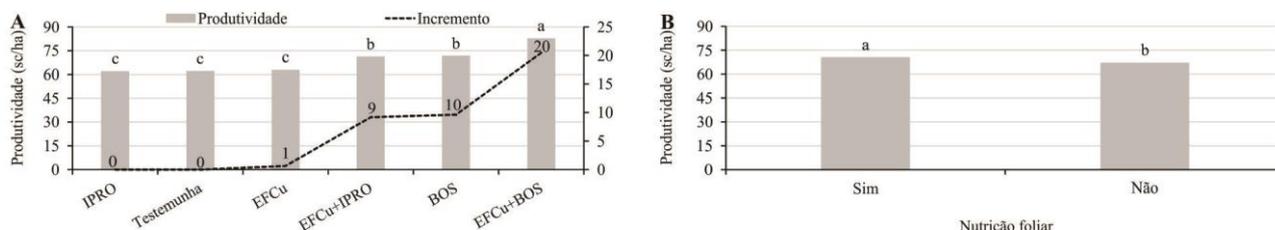


Figura 5. Produtividade do cafeeiro em função dos tratamentos (A) e da nutrição foliar (B) na safra 17/18. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Houve diferença significativa positiva para os teores de P, K, Ca, Mg, B, Fe, e Zn com a aplicação dos fertilizantes foliares. O cobre na área sem nutrição foi aplicado na forma de hidróxido e isso provavelmente aumentou muito a concentração foliar do nutriente. Para N, Mn e S não houve diferença entre a aplicação foliar ou não (Tabela 3).

Tabela 3. Teores de macro e micronutrientes antes da montagem do ensaio (INIC) e nas duas áreas com (CN) ou sem (SN) a aplicação dos fertilizantes foliares na safra 17/18.

Nutriente	%						ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
INIC	3,73a	0,14a	1,82a	1,06c	0,380b	0,32a	29,00b	18,50c	120,00c	227,66b	25,30b
CN	3,10b	0,14a	1,75ab	1,92a	0,458a	0,19b	123,33a	74,50b	283,66a	292,33a	45,85a
SN	3,00b	0,11b	1,58b	1,57b	0,437ab	0,19b	36,33b	147,33a	186,67b	295,22a	20,03b

CONCLUSÕES

1. A associação do EFCu com os fungicidas aumentou o controle da desfolha, dos chumbinhos mumificados e a produtividade.
2. A nutrição foliar reduziu a desfolha e a percentagem de chumbinhos mumificados, aumentou o número de chumbinhos por roseta, a produtividade e os teores dos nutrientes, exceto N, S e Cu.
3. A associação da nutrição foliar e do EFCu aos fungicidas melhorou o controle da mancha de Phoma e aumentou a produtividade do cafeeiro.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, à UFLA e à SATIS pelo apoio no projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-266.
- BOLDINI, J.M. Epidemiologia da ferrugem e da cercosporiose em cafeeiro irrigado e fertirrigado. 2001. 67p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de café, segundo levantamento, 65 p., maio 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/cafes/boletim-da-safra-de-caffe/item/11368-2-levantamento-de-caffe-safra-2019>.
- DALIO, R. J. D.; RIBEIRO JUNIOR, P. M.; RESENDE, M. L. V.; SILV, A. C.; BLUMER, S.; PEREIRA, V. F.; OSSWALD, W.; PASCHOLATI, S. F. O triplo modo de ação dos fosfitos em plantas.. In: Wilmar C. Luz. (Org.). *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, v. 20, p.206-242, 2012.
- RESENDE, A.R.M.. Fertilizantes foliares e regulador de crescimento no manejo da mancha aureolada do cafeeiro. Dissertação, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 44p., 2017.
- SILVA JÚNIOR, M.B.; POZZA, E.A.; RESENDE, M.L.V.; RIBEIRO JÚNIOR, P.M.; COSTA, B.H.G.; CARVALHO, C.A.; RESENDE, A.R.M.; BOTELHO, D.M.S.. Foliar fertilizers for the management of phoma leaf spot on coffee seedlings. *Journal of Phytopathology*, v. 166, p. 686-693, 2018.
- SHANNER, G. & FINEY, R. F.. The effect of nitrogen fertilization on the expression. Of slow-mildewing resistance in knox wheat. *Phytopathology*, v. 67, p. 1051-1056, 1977.
- SILVEIRA, G.C.D.. Etilfosfonato de cobre no manejo da podridão radicular do feijoeiro. Dissertação, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 32p., 2008.
- TOYOTA, M.. Extratos vegetais e produtos comerciais no manejo da ferrugem e nos mecanismos de defesa do cafeeiro à cercosporiose. Dissertação, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 66p., 2018.