



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS URUTAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

**FLUTRIAFOL E AZOXISTROBINA: UMA COMBINAÇÃO EFICIENTE PARA O
CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES FÚNGICAS NA CULTURA DO MILHO**

Tales Souza Silva
Eng. Agrônomo

URUTAÍ – GOIÁS
2018

TALES SOUZA SILVA

**FLUTRIAFOL E AZOXISTROBINA: UMA COMBINAÇÃO EFICIENTE PARA O
CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES FÚNGICAS NA CULTURA DO MILHO**

Orientador: Prof. Dr. Nadson de Carvalho Pontes

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas para obtenção do título de MESTRE.

Urutaí – GO
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Urutaí

S586f Silva, Tales Souza.

Flutriafol e azoxistrobina: uma combinação eficiente para o controle de doenças foliares fúngicas na cultura do milho / Campus Urutaí.

[manuscrito] / Tales Souza Silva. -- Urutaí, GO: IF Goiano, 2018.

30 fls.

Orientador: Dr. Nadson de Carvalho Pontes.

Dissertação (Mestrado Profissional em Proteção de Plantas) – Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí, 2018.

1. Zea mays. 2. Cercospora zea-maydis.
3. Exserohilum bturcicum. 4. Puccinia polyssora.
5. Phaeosphaeria maydis. I. Título.

CDU 631/635



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE
PLANTAS

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Flutriafol e azoxistrobina: uma combinação eficiente para o controle de doenças foliares fúngicas na cultura do milho.

AUTOR: Tales Souza Silva

Dissertação defendida e aprovada como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Proteção de Plantas.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Nadson de Carvalho Pontes (orientador)
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

Prof. Dr. Rodrigo Vieira da Silva
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

Prof. Dr. Marcos Gomes da Cunha
Universidade Federal de Goiás – Campus Samambaia

Urutaí, 28 de fevereiro de 2018

ppgpp.urt@ifgoiano.edu.br

(64) 3465-1912

RODOVIA GERALDO S. NASCIMENTO, KM 2,5
CEP 75790-000, URUTAÍ – GO
www.ifgoiano.edu.br/urutai



SUMÁRIO

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVOS.....	3
MATERIAL E MÉTODOS	4
RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
CONCLUSÕES.....	20
REFERÊNCIAS	21

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de uma nova formulação de fungicida contendo os ativos azoxistrobina e flutriafol (AZXFLT) no controle de manchas foliares fúngicas na cultura do milho. Realizou-se 3 experimentos: os 2 primeiros na 2ª safra dos anos agrícolas 2015 e 2016, e um na 1ª safra do ano agrícola 2016/2017. Avaliou-se a área abaixo da curva de progresso da mancha de turcicum, ferrugem polyssora e cercosporiose no ano de 2015, mancha branca, ferrugem polissora e diplodia no ano de 2016 e cercosporiose, mancha de turcicum e mancha branca no ano de 2016 (2ª safra), além da produtividade e viabilidade econômica de cada tratamento. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. No ano de 2015 foi avaliada a formulação AZXFLT na dose de 0,5 L p. c. ha⁻¹ em duas aplicações, 0,6 L p. c. ha⁻¹ em uma e duas aplicações comparando-a com as formulações azoxistrobina + ciproconazol e piraclostrobina + epoxiconazol em duas aplicações. No ano de 2016, AZXFLT foi avaliada isoladamente e em associação a mancozebe, clorotalonil, hidróxido de cobre, fosfito de cobre, difenoconazol e propiconazol, sendo estes tratamentos comparados a piraclostrobina + epoxiconazol e sua associação a mancozebe, todos em duas aplicações. Na safra 2016/2017, foi avaliado AZXFLT em uma aplicação na dose de 0,6 L p. c. ha⁻¹ no estágio de pendoamento (VT) e uma aplicação com oito folhas desenvolvidas (V8) e em duas aplicações nas doses de 0,6 L p. c. ha⁻¹ e 0,5 L p. c. ha⁻¹ e sua associação a piraclostrobina + epoxiconazol em duas e três aplicações (15 dias após o estágio de pendoamento), comparando a azoxistrobina + ciproconazol e piraclostrobina + epoxiconazol em duas aplicações. Em todos os ensaios houve uma testemunha absoluta sem aplicação de fungicidas. Todos os fungicidas reduziram a AACPD de todas as doenças e proporcionaram incremento na produtividade, com retornos financeiros positivos. Entretanto, houve destaque para os tratamentos com AZXFLT em duas aplicações de 0,6 L p. c. ha⁻¹. O uso de fungicidas protetores respondeu em produtividade e viabilidade econômica auxiliando no manejo de resistência.

Palavras-chave: *Zea mays*; *Cercospora zea-maydis*; *Exserohilum turcicum*; *Puccinia polyssora*; *Phaeosphaeria maydis*.

ABSTRACT

The present work had the objective of evaluating the performance of a new fungicide formulation containing the active compounds azoxystrobin and flutriafol (AZXFLT) in the control of fungal foliar patches in corn. Three experiments were carried out: the first two in the second harvest of the agricultural years 2015 and 2016, and one in the first crop of the agricultural year 2016/2017. The area below the turcicum rust, polyssora rust and cercosporiae growth curve in the year 2015, white spot, polyssora rust and diplodia in the year 2016 and cercosporiae, turcicum spot and white spot in the year 2016, besides the productivity and economic viability of each treatment. The experimental design was in a randomized block with four replicates. In the year 2015, the AZXFLT formulation was evaluated at a dose of 0.5 L p. w. ha⁻¹ in two applications, 0.6 L p. w. ha⁻¹ in one and two applications comparing it with the formulations azoxystrobin + cyproconazole and pyraclostrobin + epoxiconazole in two applications. In the year 2016, AZXFLT was evaluated separately and in association with mancozeb, chlorothalonil, copper hydroxide, copper phosphite, diphenconazole and propiconazole, these treatments being compared to pyraclostrobin + epoxiconazole and its association with mancozeb, all in two applications. In the 2016/2017 harvest, AZXFLT was evaluated in an application at the dose of 0.6 L p. w. ha⁻¹ at the vomiting stage (VT) and an application with eight leaves developed (V8) and in two applications at doses of 0.6 L p. w. ha⁻¹ and 0.5 L p. w. ha⁻¹ and its association with pyraclostrobin + epoxiconazole in two and three applications (15 days after the pumping stage), comparing azoxystrobin + cyproconazole and pyraclostrobin + epoxiconazole in two applications. In all the tests, there was an absolute control without application of fungicides. All fungicides reduced the AACPD of all diseases and provided an increase in productivity, with positive financial returns. However, the treatments with AZXFLT in two applications of 0.6 L p. w. ha⁻¹. The use of protective fungicides responded in productivity and economic viability helping to manage resistance.

Key words: *Zea mays*; *Cercospora zea-maydis*; *Exserohilum turcicum*; *Puccinia polyspora*; *Phaeosphaeria maydis*.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho ocupa lugar de destaque na produção agrícola mundial devido ao grande valor econômico e importância social que ela possui, sendo uma das principais culturas que compõe a balança comercial brasileira (BORIN, 2017). O Brasil ocupa hoje o terceiro lugar na produção mundial de milho, ficando atrás de Estados Unidos e China, concentrando a maior parte da produção na segunda safra (Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, 2016). Já a área total cultivada em todo o país para a safra 2016/17, nas duas safras, foi estimada em 16,51 milhões de hectares, com uma produção estimada de 87,4 milhões de toneladas, representando um crescimento de 3,7% em área se comparada à safra anterior (CONAB, 2017).

O plantio de milho no Brasil vem sendo dividido, em sua grande maioria, em duas safras distintas denominadas de verão ou primeira safra que se estende de outubro a dezembro, e safrinha ou segunda safra que abrange os meses de fevereiro a abril. A segunda safra tem se tornado muito importante no cenário nacional, tanto pelo aumento de áreas de plantio como incremento de produtividade. Um dos motivos que levaram ao crescimento do plantio de safrinha foi o uso de cultivares de soja cada vez mais precoces, permitindo a antecipação da semeadura do milho em sucessão ao cultivo de soja.

Levando em conta o alto potencial produtivo do milho, o seu rendimento no Brasil ainda é muito baixo (UEBEL, 2015). Dentre as possíveis causas desse baixo rendimento estão as doenças, que em condições favoráveis podem comprometer seriamente a produção de grãos. Desta maneira, as principais doenças na cultura do milho são: as ferrugens (*Puccinia sorghi* e *P. polysora*), as helmintosporioses (*Exserohilum turcicum*) e (*Bipolaris maydis*), a cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*), a mancha-branca (*Pantoea ananatis* e *Phaeosphaeria maydis*), a podridão-de-diplodia (*Stenocarpella macrospora* e *S. maydis*), a antracnose (*Colletotrichum graminicola*), a podridão de fusarium (*Fusarium verticillioides*) e a giberela (*Gibberella zea*) (EMBRAPA, 2013).

O método de manejo de doenças de plantas mais utilizado e com maior eficiência em grandes extensões de áreas é o químico com aplicação de fungicidas. Porém é importante fazer bom uso desta ferramenta especialmente a utilização de práticas agronômicas sustentáveis para evitar problemas de falha de controle, perdas de produção e resistência dos patógenos aos fungicidas utilizados. Hoje a aplicação de fungicidas na cultura do milho está baseada na

utilização isolada ou em misturas de princípios ativos dos grupos das estrobilurinas, triazóis, ditiocarbamatos, benzimidazóis e carboxamidas. No âmbito da resistência, faz-se necessária a busca de novos princípios ativos e resgate de antigas moléculas para rotação de grupos químicos (BORIN, 2017). Novas moléculas, que tenham desempenho melhor que as disponíveis no mercado podem aumentar a eficiência do controle químico, seja utilizada de maneira isolada ou em mistura com ativo de outros grupos.

O princípio ativo flutriafol, do grupo dos triazóis, tem sido avaliado para o controle de doenças em ampla gama de culturas. Em alguns casos, este produto tem apresentado maior eficiência que outros triazóis em alguns patossistemas (Bhuiyan et al., 2014). Este ativo é tido como o triazol que apresenta maior mobilidade na planta dentro deste grupo. Porém, sua persistência nos tecidos da planta pode variar em função da espécie vegetal (Zhang et al., 2015). Assim o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de uma nova formulação à base de flutriafol e azoxystrobina (estrobirulina) no controle de doenças do milho e no incremento da rentabilidade da cultura.

OBJETIVOS

Avaliar a eficiência da formulação de azoxistrobina + flutriafol isolada ou em mistura com outros fungicidas protetores ou indutores sobre o controle de manchas foliares fúngicas na cultura do milho e seus efeitos em produtividade e viabilidade econômica.

MATERIAL E MÉTODOS

Três ensaios foram realizados, sendo dois em safrinha nos anos agrícolas 2015 e 2016 em sucessão a cultura da soja, e um no verão do ano agrícola 2016/2017, após pousio em rotação a cultura da soja plantada no ano anterior. Os ensaios foram realizados em estação experimental na zona rural do município de Uberlândia, Minas Gerais, (18°59'09"S e 48°06'49"W, altitude média de 885 m), com irrigação por pivô central.

O plantio do primeiro experimento foi realizado no dia oito de fevereiro de 2015, utilizando o híbrido P30F53 com uma população final de 66 mil plantas por hectare. O plantio do segundo experimento, safra 2016, foi realizado no dia quatro de fevereiro de 2016, utilizando o mesmo híbrido com a mesma densidade populacional. Já no terceiro experimento, utilizou-se o híbrido P30F53Lepra, na mesma população final, sendo plantado no dia 15 de novembro de 2016. Os cultivares utilizados são híbridos simples que tem, dentre as demais características, boa precocidade, moderadamente susceptível a *Cercospora zea-maydis*, *Phaeosphaeria maydis*, *Puccinia polysora*, e moderadamente resistente a *Exserohilum turcicum*, de acordo com a empresa detentora dos direitos sobre os materiais.

A adubação de base em todos os experimentos constitui-se de 450 kg ha⁻¹ de fertilizante NPK fórmula 08-28-16 e na cobertura em pós-emergência foram utilizados 185 kg ha⁻¹ da formula 20-00-20. No tratamento de sementes foram utilizados os fungicidas metalaxil + fludioxonil (Maxim XL®, 10 + 25 g i.a. L⁻¹) na dose de 150 ml p.c. para 100 kg de sementes em tratamento industrial e o inseticida bifentrina + imidacloprido (Rocks®, 135 + 165 g i.a. L⁻¹) na dose de 1,5 L p.c. para 100 kg de sementes.

No controle de plantas daninhas após o plantio, em todos os experimentos, foram utilizados os herbicidas atrazina (Proof®, 500 g i.a. L⁻¹) na dose de 3,0 L p.c. ha⁻¹ e tembotriona (Soberan®, 420 g i.a. L⁻¹) na dose de 240 ml p.c. ha⁻¹, aplicados no estágio V2 (2ª folha desenvolvida). Para o controle de pragas foi utilizado o inseticida novalurom (Rimon®, 100 g i.a. L⁻¹) na dose de 0,25 L p.c. ha⁻¹ em duas aplicações durante o ciclo da cultura nos experimentos de 2015 e 2016. Na safra 2017, por causa da alta pressão de pragas, foram realizadas oito aplicações de inseticidas nos estádios V1 (1ª folha desenvolvida) a V8 (8ª folha desenvolvida). As aplicações foram realizadas alternando os produtos: bifentrina + carbosulfano (Talisman®, 50 + 150 g i.a. L⁻¹) na dose de 0,5 L p.c. ha⁻¹, imidaclopride

(Warrant®, 700 g i.a. L⁻¹) + bifentrina (Talstar®, 100 g i.a. L⁻¹) nas doses de 0,15 e 0,2 L p.c. ha⁻¹, respectivamente, e acefato (Perito®, 970 g i.a. kg⁻¹) na dose de 0,8 kg p.c. ha⁻¹.

Para as aplicações dos fungicidas foi utilizado pulverizador costal pressurizado a CO₂, com pressão constante de 2,5 bar, equipado com uma barra contendo seis bicos do tipo ponta XRTEEjet 110015, distanciados em 50 cm um do outro, aplicando uma faixa de três metros de largura, numa altura de 35 cm do alvo, com velocidade de trabalho de um metro por segundo, proporcionando um volume de 150 L ha⁻¹. Foi utilizado óleo mineral (0,5%) nos tratamentos com fungicidas e todas as doses dos fungicidas estão de acordo com o registro dos produtos para cultura. No tratamento controle não foram feitas aplicações de fungicidas.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de 12 linhas de plantio com espaçamento de 0,5 m entre linhas e cinco metros de comprimento, totalizando 30 m² para cada parcela. Todas as avaliações foram realizadas desprezando as duas linhas de plantio laterais e um metro de cada extremidade das linhas, com uma área útil de 12 m² (oito linhas de plantio e três metros de comprimento).

No primeiro experimento foi avaliada a formulação contendo azoxistrobina + flutriafol (= AZXFLT, Authority®, 125 + 125 g i.a. L⁻¹) em duas doses do produto comercial e diferentes momentos de aplicação (Tabela 1). Estes tratamentos foram comparados com outras duas formulações de fungicidas: azoxistrobina + ciproconazol (= AZXCPR, Priori Xtra®, 200 + 80 g i.a. L⁻¹) e piraclostrobina + epoxiconazol (= PRCEPX, Opera®, 133 + 50 g i.a. L⁻¹).

Tabela 1. Fungicidas aplicados no manejo fitossanitário da cultura do milho semeado no dia oito de fevereiro de 2015. Uberlândia, 2015.

Composição da formulação (g i.a. L ⁻¹)	L p.c. ha ⁻¹	Estádio
Controle ¹	-	-
Azoxistrobina 125 + Flutriafol 125	0,5	V8-VT ²
Azoxistrobina 125 + Flutriafol 125	0,6	V8-VT
Azoxistrobina 125 + Flutriafol 125	0,6	VT ³
Azoxistrobina 200 + Ciproconazol 80	0,3	V8-VT
Piraclostrobina 133 + Epoxiconazol 50	0,75	V8-VT

¹Testemunha sem aplicação de fungicidas. ²Dois aplicações, uma com oito folhas desenvolvidas e outra no estágio de pendoamento; ³Uma aplicação no estágio de pendoamento.

Com base nos resultados do primeiro experimento, no segundo experimento avaliou-se o melhor tratamento com AZXFLT em combinação com outras formulações. Além de AZXFLT e PRCEPX, foram avaliados produtos à base de mancozebe (= MZB, Unizeb Gold®, 750 g i.a. kg⁻¹), clorotalonil (= CLR, Previnil®, 750 g i.a. L⁻¹), hidróxido de cobre (= HDCu, Supera®, 537,44 g i.a. kg⁻¹), fosfito de cobre (= FDCu, Phos Cu®, 35% P₂O₅ e 5% Cu), difenoconazol (= DFN, Prisma®, 250 g i.a. L⁻¹) e propiconazol (= PRP, Tilt®, 250 g i.a. L⁻¹), sendo avaliadas diferentes combinações (Tabela 2).

Tabela 2. Fungicidas aplicados no manejo fitossanitário da cultura do milho semeado no dia quatro de fevereiro de 2016. Uberlândia, 2016.

Composição da formulação (g. i.a. L ⁻¹ ou kg ⁻¹)	L p.c. ha ⁻¹	Estádio
Controle ¹	-	-
Azoxistrobina 125 + Flutriafol 125	0,6	V8-VT ²
Piraclostrobina 133 + Epoxiconazol 50	0,8	V8-VT
Piraclostrobina 133 + Epoxiconazol 50, Mancozebe 750	0,8 + 2,0	V8-VT
Azoxistrobina 125 + Flutriafol 125, Mancozebe 750	0,6 + 2,0	V8-VT
Azoxistrobina 125 + Flutriafol 125, Clorotalonil 720	0,6 + 1,5	V8-VT
Azoxistrobina 125 + Flutriafol 125, Hidróxido de cobre 537,44	0,6 + 0,5	V8-VT
Azoxistrobina 125 + Flutriafol 125, Fosfito de Cobre (35% P ₂ O ₅ , 5% Cu)	0,6 + 0,5	V8-VT
Azoxistrobina 125 + Flutriafol 125, Difenoconazol 250	0,6 + 0,2	V8-VT
Azoxistrobina 125 + Flutriafol 125, Propiconazol 250	0,6 + 0,5	V8-VT

¹Testemunha sem aplicação de fungicidas. ²Duas aplicações, uma com oito folhas desenvolvidas e outra no estágio de pendoamento;

No terceiro experimento, por ser o único em plantio de safra verão, optou-se por reavaliar os tratamentos isolados de AZXFLT e avaliar a interferência da associação com outros fungicidas comerciais com modo de ação semelhantes, averiguando se a rotação de diferentes produtos comerciais afeta a eficiência no manejo das doenças.

Foram avaliados isoladamente AZXFLT, AZXCPR e uma nova formulação de piraclostrobina + epoxiconazol (= PRCEPX2, Abacus®, 260 + 160 g i.a. L⁻¹), além da aplicação conjunta destes em diferentes combinações (Tabela 3).

Tabela 3. Fungicidas aplicados no manejo fitossanitário da cultura do milho semeado no dia 15 de novembro de 2016. Uberlândia, 2017.

Composição da formulação (g. i.a. L ⁻¹ ou kg ⁻¹)	L p.c. ha ⁻¹	Aplicações
Controle	-	-
Azoxistrobina 125 + Flutriafol 125	0,6	V8 ¹
Azoxistrobina 125 + Flutriafol 125	0,6	VT ²
Azoxistrobina 125 + Flutriafol 125	0,5	V8-VT ³
Azoxistrobina 125 + Flutriafol 125	0,6	V8-VT
Azoxistrobina 125 + Flutriafol 125 + Piraclostrobina 260 + Epoxiconazol 160	0,6 + 0,3	(V8-VT) + (VT + 15) ⁴
Piraclostrobina 260 + Epoxiconazol 160 + Azoxistrobina 125 + Flutriafol 125	0,3 + 0,6	(V8-VT) + (VT + 15) ⁵
Azoxistrobina 125 + Flutriafol 125 + Piraclostrobina 260 + Epoxiconazol 160	0,6 + 0,3	V8-VT
Piraclostrobina 260 + Epoxiconazol 160 + Azoxistrobina 125 + Flutriafol 125	0,3 + 0,6	V8-VT
Azoxistrobina 200 + Ciproconazol 80	0,4	V8-VT
Piraclostrobina 260 + Epoxiconazol 160	0,3	V8-VT

¹Uma aplicação com 8 folhas; ²Uma aplicação no pendoamento; ³Duas aplicações, uma com oito folhas e outra no pendoamento; ⁴Três aplicações, duas com AZXFLT e uma com PRCEPX2, 15 dias após o pendoamento; ⁵Três aplicações, duas com PRCEPX2 e uma com AZXFLT, 15 dias após o pendoamento.

Para avaliação da severidade, dentro da área útil de cada parcela, foram avaliadas 10 plantas escolhidas ao acaso. Em cada planta, foi estimado o percentual de área foliar lesionada na folha da espiga, utilizando a escala diagramática desenvolvida por Capucho et al. (2010), empregando notas de 0 a 100%, onde 0% é ausência e 100% é a morte total do tecido da planta. A diferenciação da severidade de cada doença foi realizada com base nos sintomas: a cercosporiose caracteriza-se por manchas de coloração cinza, retangulares e irregulares, com as lesões desenvolvendo-se paralelas às nervuras, a mancha branca desenvolve lesões iniciais com aspecto de encharcamento, tornando-se necróticas, com coloração palha, de formato circular a

oval, com 0,3 a 2 cm de diâmetro, a ferrugem polissora apresenta pústulas circulares a ovais, marrom claras, distribuídas, com maior abundância, na face superior das folhas, para a mancha de turcicum os sintomas característicos são lesões alongadas, elípticas, de coloração cinza ou marrom e comprimento variável entre 2,5 e 15 cm com intensa esporulação do patógeno, e na mancha de diplodia as lesões são alongadas, grandes, semelhantes às de turcicum, se diferenciando por apresentar um pequeno círculo visível contra a luz (CRUZ et al. 2008).

No ano de 2015 foram realizadas três avaliações aos 65, 75 e 85 dias após emergência (DAE) quanto à severidade das manchas foliares, tendo sido observada a incidência de cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*), mancha de turcicum (*Exserohilum turcicum*) e ferrugem polissora (*Puccinia polysora*). Foram avaliadas em 2016, as doenças mancha branca ou feosféria (*Phaeosphaeria maydis/Pantoea ananatis*), ferrugem polissora (*Puccinia polysora*) e mancha foliar ou diplodia (*Stenocarpella macrospora*) também em três momentos, aos 65, 80 e 95 DAE. Na safra de verão foram realizadas quatro avaliações, aos 60, 70, 80 e 90 DAE, avaliando-se a severidade da cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*), mancha de turcicum (*Exserohilum turcicum*) e mancha branca ou feosféria (*Phaeosphaeria maydis/Pantoea ananatis*).

A partir dos dados de severidade calculou-se a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) (CAMPBELL; MADDEN, 1990) para todos os experimentos a partir da seguinte equação:

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

Onde:

Y_i - severidade da doença na época de avaliação ($i = 1, \dots, n$);

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

A colheita de cada ensaio foi realizada colhendo-se as espigas da área útil da parcela, obtendo-se a estimativa de produtividade de grãos de milho por hectare, corrigindo os valores de umidade para 13%. Os valores, já corrigidos, foram utilizados para estimar a produtividade em sacas por hectare (sc. ha⁻¹).

A análise da viabilidade econômica da aplicação dos fungicidas foi realizada por meio da equação adaptada de Silva et al. (2016):

$$VE = (((Ptr - Pt) \times S) - ((Cfn \times Dn) + (Co \times Na)))$$

Onde:

VE – Viabilidade Econômica (R\$)

Ptr – Produtividade do Tratamento (sacas. ha⁻¹)

Pt – Produtividade da Testemunha (sacas. ha⁻¹)

S – Valor da saca de milho (R\$)

Cfn – Custo do fungicida em cada aplicação (R\$)

Dn – Dose de cada produto (L. ha⁻¹)

Co – Custo operacional da aplicação (R\$)

Na – Número de aplicações

Para o cálculo, considerou-se o histórico de preços dos últimos 10 anos da saca de milho no Brasil de R\$ 28,60, de acordo com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA (2018). O custo operacional de aplicação por hectare foi estimado em R\$ 20,00 por aplicação. O custo médio dos produtos químicos (L ou kg) foi de: R\$ 76,00 para AZXFLT, R\$ 115,00 para AZXCPR, R\$ 70,00 para PRCEPX, R\$ 180,00 para PRCEPX2, R\$ 23,00 para MZB, R\$ 56,00 para PRP, R\$ 39,00 para HDCu, R\$ 52,00 para FDCu, R\$ 79,00 para DFN, e R\$ 52,00 para CLR. Os custos operacionais e o custo médio dos produtos utilizados se basearam no mercado interno de Goiás, obtidos por meio de levantamentos diretos junto aos produtores do estado.

Os dados de severidade final, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e produtividade foram submetidos à análise de variância. Quando observados efeitos significativos dos tratamentos ($F, P \leq 0,05$), as respectivas médias foram comparadas entre si utilizando-se o teste t de Student a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram efetuadas no programa SAS 9.2 (Statistical Analysis System, SAS Institute, Cary, NC), utilizando-se o procedimento GLM.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se diferenças significativas ($F, P \leq 0,05$) entre os tratamentos quanto ao efeito dos fungicidas sobre a produtividade e a AACPD da mancha de turcicum, ferrugem polissora e cercosporiose na safra de 2015 (Tabela 4). No tratamento controle, nota-se os maiores valores da AACPD para todas as doenças avaliadas, sendo que os tratamentos com fungicidas reduziram significativamente a severidade das doenças obtendo-se incrementos de produtividade e retornos financeiros positivos. Entretanto, o tratamento com a aplicação de AZXFLT ($0,6 \text{ L p.c. ha}^{-1}$) em V8 e VT resultou nos menores valores de AACPD, diferindo significativamente dos demais tratamentos e proporcionando uma maior produtividade e melhor retorno econômico.

Tabela 4. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de mancha de turcicum, ferrugem polissora e cercosporiose, produtividade (Sacac ha^{-1}) e viabilidade econômica da aplicação (R\$ ha^{-1}) de diferentes tratamentos fungicidas na cultura do milho para o manejo de doenças foliares fúngicas na segunda safra de 2015. Uberlândia, 2015.

Formulação	Mancha de Turcicum		Ferrugem Polissora		Cercosporiose		Produtividade		Rentabilidade
	AACPD		AACPD		AACPD		Sacas ha^{-1}		R\$ ha^{-1}
¹ Controle	1344,63	a**	566,88	a	646,50	a	101,80	e	-
² AZXFLT	310,50	c	80,00	cd	145,25	d	115,40	bc	R\$ 311,20
³ AZXFLT	206,75	d	39,38	d	24,75	e	123,40	a	R\$ 534,10
⁴ AZXFLT	566,50	b	223,75	b	320,75	b	107,00	d	R\$ 85,40
⁵ AZXCPR	504,75	b	188,63	b	216,25	c	117,90	b	R\$ 386,20
⁶ PRCEPX	369,88	c	115,75	c	186,13	cd	114,30	c	R\$ 265,00
F ⁷	177,79*		200,41*		163,03*		64,1*		
CV ⁸	11,17		13,33		13,06		1,7		
DMS ⁹	92,73		40,68		50,51		2,9		

**Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste t ($p \leq 0,05$); ⁷Valor de F Calculado; ⁸Coefficiente de variação (%); ⁹Diferença mínima significativa; *Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$). 1= sem aplicação, 2= azoxistrobina + flutriafol (= AZXFLT, Authority®, 125 + 125 g i.a. L^{-1}) $0,5 \text{ L p.c. ha}^{-1}$ em V8 e VT, 3 = $0,6 \text{ L p.c. ha}^{-1}$ em V8 e VT, 4 = $0,6 \text{ L p.c. ha}^{-1}$ em VT, 5 = azoxistrobina + ciproconazol (= AZXCPR, Piori Xtra®, 200 + 80 g i.a. L^{-1}) $0,3 \text{ L p.c. ha}^{-1}$ em V8 e VT, 6 = piraclostrobina + epoxiconazol (= PRCEPX, Opera®, 133 + 50 g i.a. L^{-1}) $0,75 \text{ L p.c. ha}^{-1}$ em V8 e VT.

O desenvolvimento dessas doenças foi favorecido pelas condições climáticas durante o período de condução do experimento (Figura 1), caracterizado por temperaturas noturnas

amenas e temperaturas mais elevadas durante o dia, além de alta umidade relativa do ar com chuvas regulares durante todo o ciclo favorecendo as três doenças estudadas. A ocorrência de temperaturas entre 18 e 27 °C favoreceram a maior severidade apresentada pela mancha de turcicum em relação a ferrugem polissora e cercospora, para as quais temperaturas entre 25 e 35 °C seriam consideradas ótima para seu desenvolvimento.

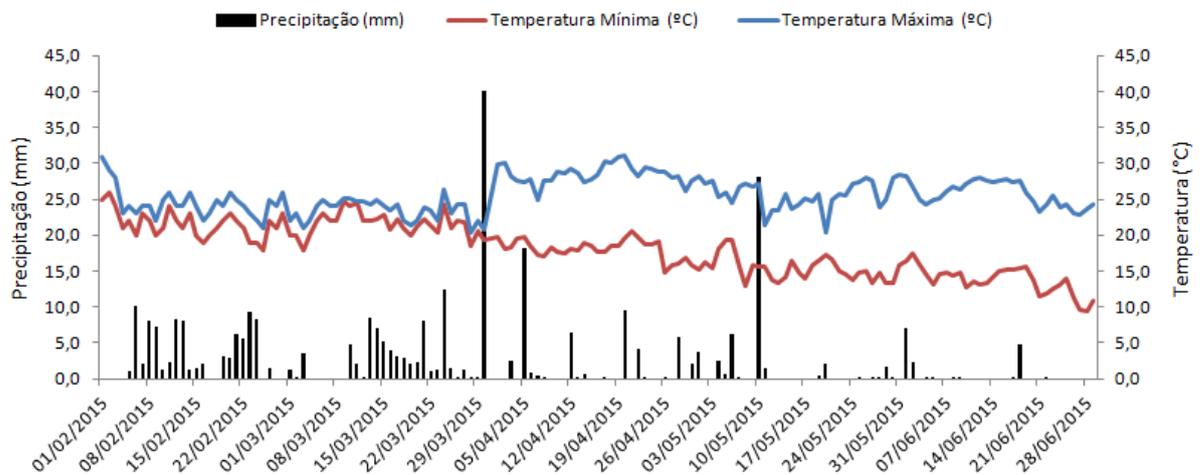


Figura 1. Precipitações pluviométricas (mm), temperaturas máximas (°C) e mínimas (°C) durante a condução do experimento segunda safra 2015.

A associação dos fungicidas do grupo das estrobilurinas e triazóis, como os apresentados no trabalho, tem apresentado resultados satisfatórios no controle de doenças fúngicas foliares na cultura do milho (SILVA et al., 2016; FANTIN et al., 2017; LANZA et al., 2016). Os triazóis promovem o controle de patógenos fúngicos em fases mais avançadas do seu ciclo, como a colonização e a pré-esporulação, enquanto as estrobilurinas são mais efetivas nas fases iniciais do ciclo de vida dos fungos, ou seja, na germinação dos esporos e nos processos iniciais de infecção (AGEITEC, 2015).

Diferentes ingredientes ativos, apesar de pertencerem ao mesmo grupo químico, possuem diferenças intrínsecas que afetam diretamente sua performance no controle de doenças. A translocação de um fungicida qualquer no interior das plantas está associada à sua lipofilicidade intrínseca ou a sua relativa solubilidade nas membranas (SANTOS et al., 2018). O coeficiente da partição octanol-água ($\log k_{ow}$) é uma medida de lipofilicidade de um composto, estando assim relacionado a absorção e transporte deste, sendo utilizado como parâmetro para medir a velocidade de translocação ou sistemicidade dos fungicidas nas plantas

(SANTOS, 2016). A relação entre a rápida translocação e a ação do fungicida depende de sua lipossolubilidade e da sua hidrossolubilidade e tem sido pouco estudada ao longo dos anos (BORTOLINI e GHELLER, 2012).

Fungicidas lipofílicos ou não polares que possuem $\log K_{ow}$ maior que quatro, a exemplo do difenoconazol ($\log K_{ow} = 4,3$), se movem lentamente no interior das plantas, permanecendo na maioria das vezes, aderido à materiais lipídicos. Por sua vez os fungicidas hidrofílicos ou polares que possuem $\log k_{ow}$ menor que três, como o flutriafol ($\log k_{ow} = 2,3$), se movem rapidamente no interior das plantas, pois são mais solúveis em água (AZEVEDO, 2007). Essas informações contribuem para determinar a atividade residual do controle de doenças, embora raramente disponíveis (FANTKE et al., 2013).

O melhor resultado com a mistura de flutriafol + azoxistrobina pode estar relacionado as características dos ativos, onde o flutriafol, por ser um dos fungicidas mais sistêmicos, apresenta uma redistribuição dentro de cada folha mais efetiva (BONELLI, 2006) e a azoxistrobina é considerada uma das estrobilurinas de melhor redistribuição molecular na folha (BARTLETT et al., 2002). A velocidade com que os fungicidas sistêmicos penetram e translocam nos tecidos deve-se às suas propriedades físico-químicas que interferem diretamente no controle das doenças (STEFANELLO, 2017).

Jardine et al. (2009), ao avaliar a mistura de AZXFLT, não observaram diferenças entre esta e outras formulações como PRCEPX e AZXCPR na redução da severidade de doenças do milho, porém observaram o maior retorno econômico. A diferença de resultado deste autor perante ao encontrado no presente trabalho, deve-se provavelmente ao híbrido utilizado e pela baixa severidade observada pelos autores além de utilizarem apenas uma aplicação. Lago e Nunes (2008) observaram que a realização de duas aplicações de fungicidas a base de misturas de triazol + estrobilurinas resultou em maiores valores de produtividade utilizando o híbrido P30F53, corroborando a ideia de que este material responde à aplicação de fungicidas com aumento de produtividade.

No segundo experimento, realizado em 2016, durante o período de condução do estudo houve condição de veranico acentuado, com chuvas mal distribuídas (Figura 2). Mesmo com irrigação, as condições climáticas foram menos favoráveis ao aparecimento de doenças pela falta de umidade do ar e plantio seguido da soja sem muitos restos culturais. A mancha branca é favorecida por temperaturas noturnas amenas (15 a 20 °C), elevada umidade relativa do ar, e elevada precipitação pluviométrica sendo o florescimento da cultura a fase na qual as plantas

são mais sensíveis ao ataque do patógeno e onde obteve-se o maior intervalo sem chuvas. Essa característica proporcionou também uma baixa pressão de *Diplodia*, onde a infecção natural ocorre principalmente no período de duas a três semanas após a polinização, com clima úmido e temperatura de 28-30 °C. Mesmo sendo o híbrido P30F53 bastante suscetível, ele pode responder em produtividade à aplicação de fungicidas, mesmo quando a severidade da mancha branca e diplodia é pouco expressiva (BRITO, 2010). Neste experimento, a maior severidade da ferrugem polissora em relação às demais doenças era esperada em função do histórico de alta pressão desta doença na região, pois a ocorrência da doença é dependente da altitude, ocorrendo com maior intensidade em altitudes abaixo de 700 m, onde predominam temperatura mais elevadas (25 a 35 °C). Além disso, o híbrido é considerado susceptível à doença.

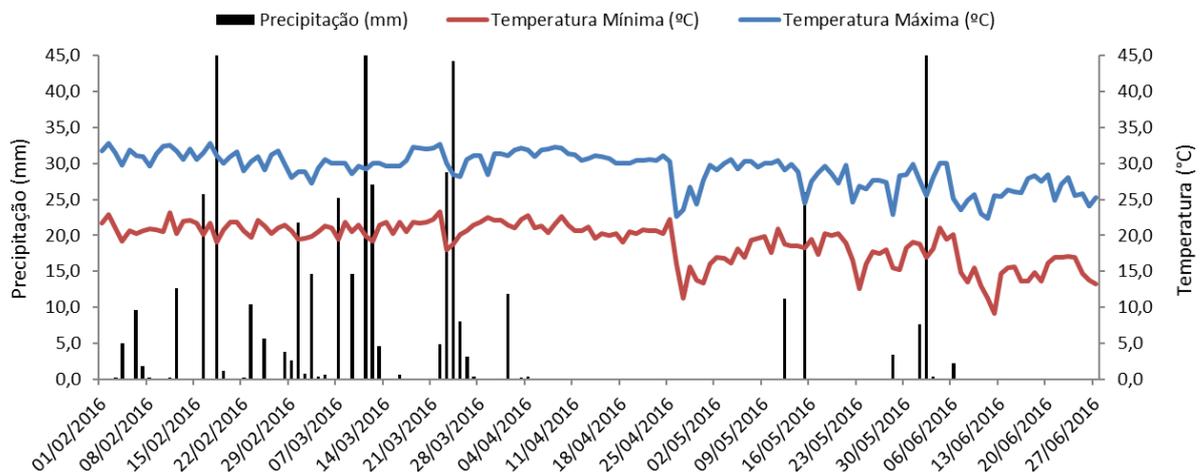


Figura 2. Precipitações pluviométricas (mm), temperaturas máximas (°C) e mínimas (°C) durante a condução do experimento segunda safra 2016.

Para todas as doenças, os tratamentos com fungicidas proporcionaram redução significativa da severidade em relação ao controle (t , $P \leq 0,05$) (Tabela 5). Levando-se em consideração a baixa severidade da doença, observa-se que para mancha branca e diplodia os tratamentos fungicidas performaram-se de maneira semelhante, sem grandes diferenças na AACPD. A diferença mais visível deu-se na ferrugem por causa da maior severidade da doença, onde todos os tratamentos com AZXFLT proporcionaram mesmo nível de controle, com exceção da mistura com HDCu. Este tratamento apresentou os maiores valores da AACPD.

Em condições de baixa pressão de doença, ou quando utilizados híbridos tolerantes, é possível que não se observe efeitos significativos dos tratamentos fitossanitários. Tal fato foi observado por Schumacher et al. (2017) em estudo sobre o efeito do tratamento com

piraclostrobina no controle da ferrugem polissora conduzido em condições de baixa incidência de doença devido a temperaturas elevadas e umidade relativa baixa. Porém, no presente estudo, além da redução da severidade das doenças que ocorreram na safra 2016, houve incremento na produtividade de todos os tratamentos, com retorno financeiro positivo (Tabela 5).

Tabela 5. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de ferrugem polissora, mancha branca e mancha de diplodia, produtividade (Sacac ha⁻¹) e viabilidade econômica da aplicação (R\$ ha⁻¹) de diferentes tratamentos fungicidas na cultura do milho para o manejo de doenças foliares fúngicas na segunda safra de 2016. Uberlândia/MG, 2016.

Formulação	Ferrugem Polissora		Mancha Branca		Mancha de Diplodia		Produtividade		Rentabilidade
	AACPD		AACPD		AACPD		Sacas ha ⁻¹		R\$ ha ⁻¹
¹ Controle	1228,13	a**	673,33	a	216,10	a	141,30	g	-
² AZXFLT	55,00	c	37,88	b	4,15	bc	157,70	bcd	R\$ 383,40
³ PRCEPX	84,25	c	58,92	b	16,62	b	152,30	ef	R\$ 217,10
⁴ PRCEPX + MZB	107,38	c	58,92	b	12,46	bc	151,10	f	R\$ 138,20
⁵ AZXFLT + MZB	50,00	c	37,87	b	0,00	c	160,50	ab	R\$ 417,50
⁶ AZXFLT + CLR	50,00	c	16,83	b	0,00	c	162,20	a	R\$ 432,70
⁷ AZXFLT + HDCu	186,50	b	16,83	b	0,00	c	149,40	f	R\$ 125,10
⁸ AZXFLT + FDCu	50,00	c	12,62	b	0,00	c	159,30	abc	R\$ 402,30
⁹ AZXFLT + DFN	50,00	c	8,42	b	4,15	bc	156,90	cd	R\$ 345,30
¹⁰ AZXFLT + PRP	50,00	c	16,83	b	0,00	c	154,80	de	R\$ 271,00
F ¹¹	224,53*		74,46*		138,49*		37,40*		
CV ¹²	25,62		50,49		45,10		1,30		
DMS ¹³	71,06		68,75		16,58		2,90		

**Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste t ($p \leq 0,05$); ¹¹Valor de F Calculado; ¹²Coeficiente de variação (%); ¹³Diferença mínima significativa; *Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); 1 = sem aplicação; 2 = azoxistrobina + flutriafol (= AZXFLT, Authority®, 125 + 125 g i.a. L⁻¹) 0,6 L p.c. ha⁻¹ em V8 e VT; 3 = piraclostrobina + epoxiconazol (= PRCEPX, Opera®, 133 + 50 g i.a. L⁻¹) 0,8 L p.c. ha⁻¹ em V8 e VT; 4 = 0,8 L p.c. ha⁻¹ + macozebe (= MZB, Unizeb Gold®, 750 g i.a. kg⁻¹) 2,0 L p.c. ha⁻¹ em V8 e VT; 5 = 0,6 L p.c. ha⁻¹ + 2,0 L p.c. ha⁻¹ em V8 e VT; 6 = 0,6 L p.c. ha⁻¹ + clorotalonil (= CLR, Previnil®, 750 g i.a. L⁻¹) 1,5 L p.c. ha⁻¹ em V8 e VT; 7 = 0,6 L p.c. ha⁻¹ + hidróxido de cobre (= HDCu, Supera®, 537,44 g i.a. kg⁻¹) 0,5 L p.c. ha⁻¹ em V8 e VT; 8 = 0,6 L p.c. ha⁻¹ + fosfito de cobre (= FDCu, Phos Cu®, 35% P₂O₅ e 5% Cu) 0,5 L p.c. ha⁻¹ em V8 e VT; 9 = 0,6 L p.c. ha⁻¹ + difenoconazol (= DFN, Prisma®, 250 g i.a. L⁻¹) 0,2 L p.c. ha⁻¹ em V8 e VT; 10 = 0,6 L p.c. ha⁻¹ + propiconazol (= PRP, Tilt®, 250 g i.a. L⁻¹) 0,5 L p.c. ha⁻¹ em V8 e VT.

A associação do clorotalonil ou do mancozeb em mistura com AZXFLT proporcionou maior produtividade e retorno sobre o investimento. Uma das alternativas para se manejar a resistência dos patógenos tem sido a utilização de combinações de fungicidas com diferentes modos de ação (fungicidas de alto risco de resistência com fungicidas de baixo risco) (LOPES, 2017). Os fungicidas do grupo dos triazóis, inibidores da desmetilação (IDM), e da

estrobirulinas, inibidores da Quinona oxidase (IQo), atuam em apenas um sítio específico de milhares de reações bioquímicas na célula fúngica, ficando vulneráveis ao aparecimento de indivíduos resistentes com redução ou perda da sensibilidade, diferentemente dos fungicidas com múltiplos sítios (STEFANELLO, 2017). O melhor desempenho e durabilidade da eficiência destes produtos sítio-específicos podem ser obtidos pelo uso associados à fungicidas multi-sítios (GODOY et al., 2016). Apesar da magnitude das informações, desconhecem-se dados sobre a persistência de fungicidas sítios específicos associados com o fungicida multissítio mancozebe (STEFANELLO, 2017).

Stadler et al. (2016) já haviam observado redução no ataque de *Stenocarpella macrospora* pelo uso de azoxistrobina + flutriafol (0,5 L p.c. ha⁻¹ em V8 + R1 ou 0,6 L p.c. ha⁻¹ em V8). Entretanto, não observaram incremento de produtividade em função dos tratamentos. Tal fato foi atribuído em função do estudo ter utilizado um híbrido tolerante a mancha de Diplodia. Fantin et al. (2017), comparando os fungicidas clorotalonil, mancozeb e piraclostrobina + epoxiconazol em híbridos com níveis variáveis de resistência à *Phaeosphaeria maydis*, verificaram que todos os fungicidas proporcionaram incremento de produtividade, com melhor resultado para o mancozebe em mistura. Assim, em condições favoráveis à esta doença, talvez se faça necessário o uso de protetores.

Por outro lado, a mistura do AZXFLT com HDCu resultou no menor valor de produtividade, acima apenas da testemunha. Tal fato corrobora a hipótese de que o HDCu possa ter algum efeito fitotóxico à planta ou antagônico à ação do AZXFLT, visto que a aplicação isolada desta formulação resultou em melhor controle de ferrugem polissora e maior índice de produtividade. O cobre tem sido constantemente adotado no controle preventivo de doenças fúngicas, porém sua eficiência no controle pode ser variável de acordo com a fonte utilizada (MORAES, 2011). As misturas de fungicidas podem levar a ocorrência de interações que podem se manifestar de forma aditiva, antagônica ou sinérgica. Dependendo da interação podem-se obter ganhos ou perdas no controle da doença. Assim percebe-se que a mistura entre AZXFLT com FDCu obteve um incremento no controle de *Stenocarpella macrospora*, *Phaeosphaeria maydis/Pantoea ananatis* e *Puccinia polysora*, resultando em produtividade e retornos econômicos semelhantes a mistura de clorotalonil e mancozeb. A diferença de resultado do controle do cobre a base de hidróxido e a base de fosfitos mostra que a fonte do cobre é de suma importância para o sucesso do uso do indutor de resistência. Os fosfitos têm

ação direta sobre o patógeno e sabe-se que o ácido fosforoso e seus derivados atuam na inibição do processo da fosforilação oxidativa (BORIN, 2017).

O terceiro experimento foi o único em que se avaliou os tratamentos com AZXFLT em cultivo de verão, ou primeira safra do ano agrícola 2016/2017. As condições climáticas durante a execução deste experimento foram favoráveis à ocorrência de doenças, principalmente para a mancha branca, devido à alta umidade das chuvas regulares e temperaturas amenas durante a noite e quentes durante o dia (Figura 3). Apesar das condições propícias, obteve-se menor pressão de doenças, mesmo comparado aos plantios de safrinha. Fato este explicado pelo plantio ter sido pós pousio sem inoculo presente na área e os plantios de milho da região estarem concentrados em safrinha. Assim tivemos os primeiros sintomas aparecendo tardiamente na cultura, após a emissão do pendão.

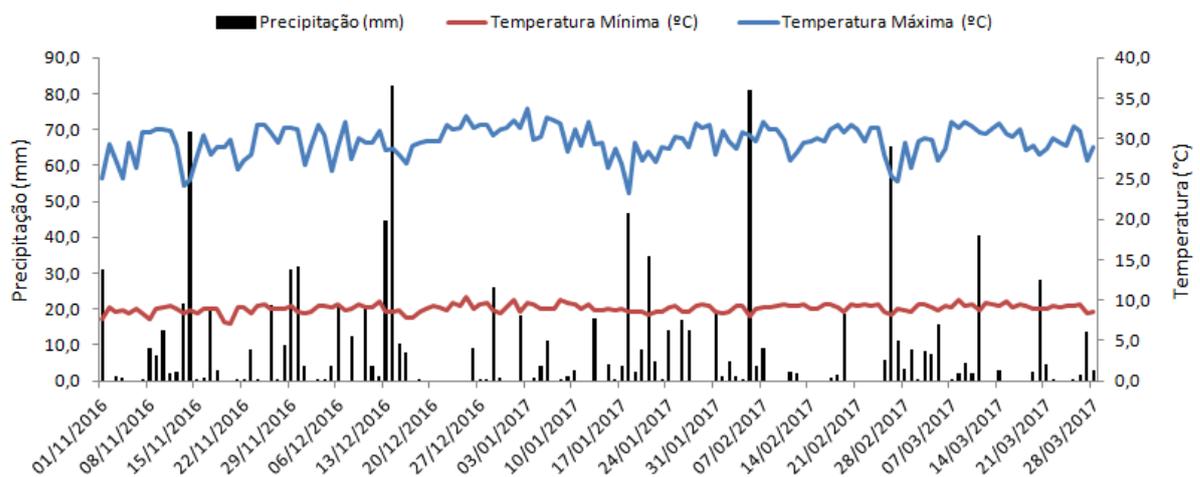


Figura 3. Precipitações pluviométricas (mm), temperaturas máximas (°C) e mínimas (°C) durante a condução do experimento primeira safra 2017.

Neste experimento, houve a incidência apenas de cercosporiose, mancha de turcicum e mancha branca. Semelhante aos ensaios de safrinha, todos os tratamentos com fungicidas reduziram a severidade das doenças avaliadas (Tabela 6). Para mancha de turcicum, houve melhor controle nos tratamentos com mais de uma aplicação de fungicidas ao longo do ciclo. Esta resposta provavelmente se deu pela baixa pressão da doença no início do ciclo da cultura, sendo que os primeiros sintomas apareceram após a emissão do pendão.

O momento adequado da aplicação de fungicida depende das doenças presentes durante o ciclo da cultura e do nível de resposta dos genótipos. Por isso, o estágio fenológico em que se

realiza a aplicação do fungicida na cultura do milho e o número de aplicações que se adota tem se mostrado fator preponderante para o sucesso do controle químico. Uebel (2015) observou diferenças significativas entre a testemunha não tratada e a aplicação de fungicidas no híbrido 30F53 para o controle de mancha de turcicum. Isso indica que este material é bastante suscetível e que responde ao tratamento com fungicidas.

Tabela 6. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de mancha de turcicum, cercosporiose e mancha branca, produtividade (Sacac ha⁻¹) e viabilidade econômica da aplicação (R\$ ha⁻¹) de diferentes tratamentos fungicidas na cultura do milho para o manejo de doenças foliares fúngicas na safra verão de 2016. Uberlândia/MG, 2017.

Formulação	Mancha de turcicum		Cercosporiose		Mancha branca		Produtividade		Rentabilidade
	AACPD		AACPD		AACPD		Sacas ha ⁻¹		R\$ ha ⁻¹
¹ Controle	331,25	a**	266,25	a	462,50	a	183,90	d	-
² AZXFLT	80,00	b	142,50	b	305,00	b	184,10	d	-R\$ 59,30
³ AZXFLT	105,00	b	73,75	c	181,25	c	184,60	cd	-R\$ 45,50
⁴ AZXFLT	27,50	c	50,00	de	158,75	cd	189,60	abcd	R\$ 48,70
⁵ AZXFLT	18,75	c	42,50	de	102,50	fgh	193,20	ab	R\$ 135,30
⁶ AZXFLT + PRCEPX2	22,50	c	28,13	efg	66,25	h	191,90	ab	R\$ 23,80
⁷ PRCEPX2 + AZXFLT	3,44	c	8,13	g	70,00	gh	187,40	bcd	-R\$ 114,00
⁸ AZXFLT + PRCEPX2	18,13	c	12,50	fg	108,75	ef	194,00	a	R\$ 149,50
⁹ PRCEPX2 + AZXFLT	12,81	c	61,25	cd	146,25	cd	187,60	bcd	-R\$ 31,70
¹⁰ AZXCPR	35,00	c	62,50	cd	140,00	de	192,20	ab	R\$ 106,50
¹¹ PRCEPX2	3,13	c	32,50	ef	103,75	efg	190,20	abc	R\$ 31,80
F ¹²	47,63*		93,76*		85,19*		3,1*		
CV ¹³	46,29		21,67		15,22		2,2		
DMS ¹⁴	39,96		22,19		36,88		6,0		

**Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste t ($p \leq 0,05$); ¹²Valor de F Calculado; ¹³Coefficiente de variação (%); ¹⁴Diferença mínima significativa; *Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); 1= não tratada; 2= azoxistrobina + flutriafol (= AZXFLT, Authority®, 125 + 125 g i.a. L⁻¹) 0,6 L p.c. ha⁻¹ em V8; 3 = 0,6 L p.c. ha⁻¹ em VT; 4 = 0,5 L p.c. ha⁻¹ em V8 e VT; 5 = 0,6 L p.c. ha⁻¹ em V8 e VT; 6 = 0,6 L p.c. ha⁻¹ em V8 e VT + PRCEPX2 (= piraclostrobina + epoxiconazol, Abacus®, 260 + 160 g i.a. L⁻¹) 0,3 L p.c. ha⁻¹ 15 dias após VT; 7 = 0,3 L p.c. ha⁻¹ em V8 e VT + 0,6 L p.c. ha⁻¹ 15 dias após VT; 8 = 0,6 L p.c. ha⁻¹ em V8 + 0,3 L p.c. ha⁻¹ em VT; 9 = 0,3 L p.c. ha⁻¹ em V8 + 0,6 L p.c. ha⁻¹ em VT; 10 = azoxistrobina + ciproconazol (= AZXCPR, Priori Xtra®, 200 + 80 g i.a. L⁻¹) 0,4 L p.c. ha⁻¹ em V8 e VT; 11 = 0,3 L p.c. ha⁻¹ em V8 e VT.

Em relação a cercosporiose, o maior controle da doença foi propiciado pelo tratamento com três aplicações de fungicidas, sendo a melhor combinação com PRCEPX2 em VT e V8, e AZXFLT 15 dias após V8. Os tratamentos com três aplicações também proporcionaram melhores níveis de controle da mancha branca em relação aos demais tratamentos.

O aumento dos níveis de controle em resposta ao aumento do número de aplicações é devido provavelmente à manutenção do residual do fungicida nos tecidos da planta. Esta característica foi mais proeminente em mancha branca devido à maior severidade apresentada. Devido ao aparecimento dessas doenças só a partir da emissão do pendão, a aplicação do fungicida apenas em V8 apresentou a maior AACPD. A aplicação muito precoce, ainda sem o aparecimento da doença, reduz a quantidade residual de produto na fase de enchimento de grãos, que é quando as plantas realmente necessitam da proteção mais efetiva contra os patógenos (COSTA et al., 2012). O estágio de desenvolvimento mais propício a infecção e desenvolvimentos dos sintomas é na fase reprodutiva. Porém as aplicações preventivas antecedentes, ainda no estágio vegetativo, são de suma importância para manutenção da proteção.

Uebel (2015) verificou que o uso de três aplicações de fungicidas (V8, VT e VT + 18 dias) mostrou-se eficiente na redução da severidade de cercospora no híbrido P30F53. Essas três aplicações foram semelhantes ao controle total realizado pelo autor com oito aplicações, começando em V7 até R5. Tal relato, aliado aos resultados obtidos no presente experimento, pode indicar que aplicações nestes períodos sejam suficientes para garantir proteção às plantas em todo o ciclo. Entretanto, Dias et al. (2013) observaram efeito do tratamento com três aplicações da mistura de piraclostrobina + epoxiconazol, em V8, VT e VT + 15 dias sobre a mancha branca em condições de severidades mais baixas do que as encontradas neste ensaio.

A produtividade foi relativamente alta em todos os tratamentos, inclusive na testemunha. Percebeu-se diferenças na utilização dos fungicidas, tanto na produtividade quanto na viabilidade econômica da aplicação. Apesar da eficiência na redução da severidade das doenças, as três aplicações de fungicidas não propiciaram um incremento de produtividade que produzisse um retorno econômico considerável. Para Costa et al. (2012), maiores retornos econômicos com a aplicação de fungicidas são encontrados em locais de alta pressão de doenças juntamente com a utilização de híbridos suscetíveis em condições favoráveis ao desenvolvimento da doença.

No caso de duas aplicações de PRCEPX2 mais uma de AZXFLT, o incremento da produtividade não foi suficiente para cobrir os gastos com o tratamento. Resultados semelhantes com retornos negativos têm sido observados em outros trabalhos (PAUL et al., 2011; COSTA et al., 2012). Ausência de incremento na produtividade observadas para alguns tratamentos fungicidas em relação a testemunha também foi observada por Costa et al. (2012). A obtenção de benefício econômico positivo pela aplicação de fungicidas não depende apenas do aumento de produtividade obtido, mas, também, do custo necessário para a aplicação do fungicida e do preço de mercado da saca de milho. Estes fatores podem apresentar variação de região para região e ao longo do tempo de acordo com as oscilações de mercado (COSTA et al., 2012).

Tomando-se por base os maiores valores de retorno financeiro, foram destaques os tratamentos com uma aplicação de AZXFLT (0,6 L p.c. ha⁻¹) em V8 e uma de PRCEPX2 (0,3 L p.c. ha⁻¹) em VT, ou duas aplicações de AZXFLT (0,6 L p.c. ha⁻¹) em V8 e VT. Este último tratamento, inclusive, manteve o bom desempenho observado nos ensaios anteriores, tanto no controle das doenças avaliadas, como em incremento de produtividade e retorno econômico positivo em todos os experimentos. Os tratamentos com a formulação PRCEPX2 tiveram destaque neste experimento, muito provavelmente por possuir maior concentração de piraclostrobina e epoxiconazol que a formulação PRCEPX avaliada nos experimentos anteriores.

A formulação com azoxistrobina e flutriafol mostrou-se eficiente no manejo de doenças da cultura do milho, seja pelo seu uso isolado ou combinação com fungicidas protetores. Esta formulação tem sido utilizada com êxito no controle de várias patologias de plantas, incluindo patógenos vasculares de difícil controle como *Ceratocystis paradoxa* em cana-de-açúcar e *Oncobasidium theobromae* em cacau (Bhuiyan et al., 2014; Nur'Aini, 2014). O fato desta formulação conter dois produtos altamente sistêmicos facilita o controle mesmo após a infecção, com o patógeno no interior dos tecidos. Deste modo, esta formulação se mostrou similar ou até superior a outras formulações de triazóis com estrobirulinas presentes no mercado, podendo ser utilizada com eficiência no manejo de doenças foliares do milho.

CONCLUSÕES

Todos os fungicidas são eficientes no controle das principais doenças foliares da cultura do milho. Em safrinha, todos estes promoveram aumento de produtividade, com retornos financeiros positivos.

A formulação com azoxistrobina mais flutriafol é eficiente no das doenças ocasionadas pelos principais patógenos da cultura do milho, como *Cercospora zea-maydis*, *Exserohilum turcicum*, *Puccinia polysora*, *Phaeosphaeria maydis/Pantoea ananatis* e *Stenocarpella macrospora*, com resultados similares ou superiores aos produtos comumente utilizados na cultura.

Os melhores resultados na utilização de azoxistrobina mais flutriafol são com duas aplicações de 0,6 L p.c. ha⁻¹ realizadas em V8 e no pendoamento (VT).

A combinação desta formulação com fungicidas protetores, como mancozebe e clorotalonil propicia um incremento no controle.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **AGEITEC**. Controle químico de doenças. 2015. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000g0tk3rt902w5ok026zpn6ynwi.html>> Acesso em: 02 fev. 2016.

AZEVEDO, L. A. S. de. **Fungicidas sistêmicos: Teoria e Prática**. 1. ed. Campinas: EMOPI, 2007. 284 p.

BARTLETT, D. W.; CLOUGH, J. M.; GODWIN, J. R.; HALL, A. A.; HAMER, M. PARR-DOBRZANSKI, B. The strobilurin fungicides. **Pest Management Science**. Sussex, v. 58, n. 07, p. 649-662, 2002.

BHUIYAN, S. A.; CROFT, B. J.; TUCKER, G. R. Efficacy of the fungicide flutriafol for the control of pineapple sett rot of sugarcane in Australia. **Australasian Plant Pathol**, Toowoomba, QLD, Australia, v. 43, n. 04, p. 413-419, 2014.

BONELLI, M. A. P. de. O. **Eficiência do flutriafol e do flutriafol + tiofanato metílico aplicados com gotas finas ou médias no controle da ferrugem asiática da soja**. 2006. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade estadual paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, SP.

BORIN, R. C. **Fungicidas associados á forfitos e complexos nutricionais interferem na qualidade de sementes de milho**. 2017. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Visinhos, PR.

BORTOLINI, A. M. M.; e GHELLER, J. A. Aplicação de diferentes fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho em relação à produtividade. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Cascavel, v.01, n. 01, p. 109-121, 2012.

BRITO, A. H. **Controle genético e químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho**. 2010. 89f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York, NY: Wiley, 1990. 532p.

CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIM L.; DUARTE H.S.S.; PARREIRA D.F.; FERREIRA P.A.; LANZA F. E.; COSTA R.V., CASELA C.R., COTA L.V. Influence of leaf position that correspond to whole plant severity and diagrammatic scale for white spot of corn. **Crop Protection**, v. 29, p. 1015-1020, 2010.

CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C. **A cultura do milho**. 1ª Edição. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 517p.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - **CEPEA**. Indicador ESALQ/BM&F Bovespa. 2018. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/milho>>. Acesso em: 12 fevereiro 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - **CONAB**. Acompanhamento da safra brasileira, v. 3 - Safra 2015/16, n 5 - Quinto levantamento, 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - **CONAB**. Acompanhamento da Safra Brasileira, v. 4 - Safra 2016/17, n 6 - Sexto levantamento, 2017.

COSTA, R. V. da.; COTA, L. V.; SILVA, D. D. da.; MEIRELLES, W. F.; LANZA, F. E. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de estrobilurinas em milho. **Tropical Plant Pathology**, v. 37, n. 04, p. 246-254, 2012.

COSTA, R. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D. **Controle de Doenças**. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. da C. (Ed.). Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G-Tecnologia Qualidade Embrapa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012, p. 68-84.

DIAS, A. R.; SERAGUZI, E. F.; BORGES, E. P.; RODRIGUES, L. A.; RODRIGUES, T. da S.; VILELA, R. G. **Efeito do momento de aplicação de fungicida no controle da mancha branca (*Phaeosphaeria maydis*) na cultura do milho, cultivado na região dos Chapadões**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 12, 2013. Dourados-MS. Estabilidade e produtividade: anais... Brasília: Embrapa, p.1-6. (CD ROM). 2013.

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul: safras 2013/2014 e 2014/2015**. In: LVIII REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO E XLI REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE SORGO, 2013, Brasília. Brasília, 2013.

FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P.; BARROS, V. L. N. P. **Comparação de fungicidas para o controle de mancha de *Phaeosphaeria* do milho, na safrinha**. In: CONGRESSO PAULISATA DE FITOPATOLOGIA, 40, 2017, Campinas. Anais... Botucatu: Summa Phytopathologica, p. 1-6. (CD ROM). 2017.

FANTKE, P.; JURASKE, R. Variability of pesticide dissipation half-lives in plants. **Environmental Science & Technology**, v. 47, p. 3548-3562, 2013.

GODOY, C. V. et al. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2015/16: Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos**. Embrapa Soja: Londrina, 2016. 6p. (Circular técnica, 119).

JARDINE, D. F.; LACA-BUENDIA, J. P. Eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho. **FAZU em Revista**, n. 06, p. 11-52, 2009.

LAGO, F. L.; NUNES, J. Avaliação da produtividade de milho em relação à aplicação de fungicidas em diferentes estádios. **Cultivando o saber**, Cascavel, v. 01, n. 01, p. 17-23, 2008.

LANZA, F. E. et al. Aplicação foliar de fungicidas e incidência de grãos ardidos e fumionisinas totais em milho. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 638-646, 2016.

LOPES, L.O.; LACERDA, J.J.J.; MIELEZRSKI, F.; RATKE, R.F.; LIRA, D.N.S.; PACHECO, L.P. Efeito de fungicidas para o controle da *Ramularia areola* na cultura do algodoeiro. **Summa Phytopathologic**, v.43, n.03, p.229-235, 2017.

MORAES, W. B. et. al. Aplicação foliar de fungicidas e produtos alternativos reduz a severidade do oídio do tomateiro, **Nucleus**, v. 08, n. 02, p. 57-68, 2011.

NUR'AINI, F. Control of Vascular Streak Dieback Disease of Cocoa with Flutriafol Fungicides. **Pelita Perkebunan**, v. 30, n.03, p. 229-239, 2014.

PAUL, P. A.; MADDEN, L. V.; BRADLEY, C. A.; ROBERTSON, A.; MUNKVOLD, G.; SHANER, G.; WISE, K.; MALVICK, D.; ALLEN, T. W.; GRYBAUSKAS, A.; VINCELLI, P.; ESKER, P. Meta-analysis of yield response of hybrid field corn to foliar fungicides in the U.S. corn belt. **Phytopathology**, v. 101, n. 09, p. 1122-1132, 2011.

SANTOS, F. H. dos.; SANTOS, L. A.; FARIA, C. M. D. R. Translocação de triazóis e estrobilurinas no controle do oídio da soja. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 11, n. 01, p. 87-92, 2018.

SANTOS, P. S. J. dos. **Estudo da sistemicidade e tenacidade de epoxiconazol, piraclostrobina e fluxapiroxade em plantas de soja e videira**. 2016. 152f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 2016.

SAS INSTITUTE. **SAS system**. Version 9.0. Cary: SAS Institute. 2002.

SCHUMACHER, P. V. et. al. Respostas de Híbridos de milho ao uso de piraclostrobina na ausência de doenças. **Arq. Inst. Biol.**, v.84, p.01-08, 2017.

SILVA, A. G. da.; FRANCISCHINI, R.; TEIXEIRA, I. R.; GOULART, M. M. P. Aplicação de fungicida em híbridos de milho na safra de verão na região central do Brasil. **Magistra**, v. 28, n. 3/4, p. 379-389, 2016.

STADLER, A. J.; MENDES, M. C.; SEKULA, C. R.; SCHOROEDER, B.; FINOKETI, J. V.; SZEUCZUK, K. **Eficiências de fungicidas no controle da mancha foliar de diplódia na cultura do milho**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. *Anais...* Bento Gonçalves: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 2016. p. 775-778.

STEFANELLO, M. T. **Mancozebe influência a persistência de fungicidas inibidores da desmetilação e inibidores da quinona oxidase em cultivares de soja**. 2017. 100f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

UEBEL, J. D. Avaliação de fungicidas no controle de doenças foliares, grãos ardidos e efeito no NDVI (Índice de vegetação por diferença normalizada) em híbridos de milho. 2015. 119f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** – Universidade de Brasília, Brasília, DF. 2015.

ZHANG, Q.; HUA, X. D.; SHI, H. Y.; LIU, J. S.; TIAN, M. M.; and WANG, M. H. Enantioselective bioactivity, acute toxicity and dissipation in vegetables of the chiral triazole fungicide flutriafol. **Journal of Hazardous Materials**, v. 284, p. 65–72, 2015.