

Capítulo 8

RESULTADOS SUMARIZADOS DOS ENSAIOS COOPERATIVOS: FUNGICIDAS FOLIARES NO CONTROLE DE MANCHAS E FERRUGENS DO MILHO SAFRINHA DE 2023

Adriano Augusto de Paiva Custódio¹, Dagma Dionísia da Silva², Carlos Mitinori Utiamada³, Hércules Diniz Campos⁴, Rodrigo Véras da Costa⁵, Lucas Henrique Fantin⁶, Karla Braga⁷, Marcelo Giovanetti Canteri⁸, Gisèle Maria Fantin⁹, Inês Fumiko Ubukata Yada¹⁰

Palavras-chave: *Zea mays*, doença foliar, rede nacional de pesquisa.

Resumo: Acompanhando o crescimento na produtividade da cultura do milho safrinha, fatores de ordem biótica passaram de “pouco importantes” a ameaças à produção sustentável-econômica da cultura. Reduções de produtividade associadas às doenças foliares como a mancha de bipolaris, mancha de túrcicum e mancha branca têm ocorrido de forma endêmica nas principais regiões produtoras do Brasil. A frequência do uso de fungicidas em lavouras comerciais de milho grão no Brasil tem aumentado nos últimos anos. Este aumento foi proporcionado pela necessidade de garantir que o potencial produtivo dos híbridos possa ser alcançado, aos altos preços do milho grão no mercado internacional, aos altos níveis de severidade de doenças, devido aos resíduos da palhada originários de práticas conservacionistas do solo, à presença constante da

¹ Engenheiro Agrônomo, DSc., Pesquisador em fitopatologia, IDR-Paraná, Londrina-PR, custodio@idr.pr.gov.br

² Engenheira Agrônoma, DSc., Pesquisadora em fitopatologia, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, dagma.silva@embrapa.br

³ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador em fitopatologia, TAGRO, Londrina-PR, carlos.utiamada@tagro.com.br

⁴ Engenheira Agrônoma, DSc., Professor em fitopatologia, UniRV/Campos Pesquisa Agrícola, Rio Verde-GO, herculesdinizcampos@gmail.com

⁵ Engenheiro Agrônomo, DSc., Pesquisador em fitopatologia, Embrapa Milho e Sorgo, Palmas-TO, rodrigo.veras@embrapa.br

⁶ Engenheiro Agrônomo, DSc., Pesquisador em fitopatologia, Fundação Chapadão, Chapadão do Sul-MS, lucasfantin@fundacaochapadao.com.br

⁷ Engenheira Agrônoma, DSc., Pesquisadora em fitopatologia, Fundação Chapadão, Chapadão do Sul-MS, karlabraga@fundacaochapadao.com.br

⁸ Engenheiro Agrônomo, DSc., Professor em fitopatologia, UEL, Londrina-PR, canteri@uel.br

⁹ Engenheira Agrônoma, DSc., Pesquisadora em fitopatologia, APTA/Instituto Biológico, Campinas-SP, gisele.fantin@sp.gov.br

¹⁰ Matemática, MSc., Especialista em estatística e experimentação agrícola, IDR-Paraná, Londrina-PR, inesyada@idr.pr.gov.br

cultura no campo e à disponibilidade de novos fungicidas por companhias químicas. Diante do aumento da pressão de doenças foliares do milho, após a semeadura, a principal opção de controle é o uso de fungicidas. Devido à necessidade de preservar os princípios ativos disponíveis e fornecer dados que possibilitem o manejo químico eficiente de doenças foliares, uma rede de pesquisa avalia de forma cooperativa a eficiência de fungicidas foliares em diversas regiões do Brasil, com foco no milho safrinha. Neste capítulo buscou-se i) relatar as principais manchas foliares e ferrugens do milho brasileiro presentes nos ensaios cooperativos; e ii) divulgar os resultados de eficiência de controle para doenças foliares e a produtividade do milho safrinha de 2023. De forma geral, o aumento da severidade de doenças foliares resultou em redução na produtividade e o uso dos fungicidas foliares possibilitou a manutenção do potencial produtivo do milho.

Introdução

O milho (*Zea mays*) é utilizado principalmente para composição de rações para animais, consumo humano e geração de etanol. Estados Unidos, China e Brasil são responsáveis por aproximadamente 65% da produção mundial. No entanto, apenas o Brasil é capaz de cultivar o milho em três safras consecutivas em um mesmo ano, tendo a primeira safra (safra de verão), a segunda safra (safrinha) e a terceira safra (safra do nordeste brasileiro). Além disso, as projeções do agronegócio do milho são de expansão no país nas próximas décadas, impulsionada pela segunda safra.

O potencial produtivo das lavouras de milho é fortemente influenciado pela ocorrência de epidemias de doenças foliares, especialmente em híbridos suscetíveis (Mueller et al., 2013; Munkvold e White, 2016; Wise et al., 2016). Devido, sobretudo, ao aumento dos cultivos consecutivos, notadamente de safrinha, epidemias de manchas foliares e ferrugens, as quais podem ocorrer simultaneamente, se tornaram frequentes, havendo também distribuição mais generalizada dessas doenças em lavouras, limitando a produção sustentável do milho (Custódio et al., 2019; Custódio et al., 2020).

A resistência genética é a mais efetiva e utilizada medida de controle das doenças do milho (Mueller et al., 2013; Wise et al., 2016). No entanto, embora altos níveis de resistência às principais doenças foliares possam ser encontrados entre os híbridos comerciais, raramente um híbrido apresentará resistência a todas elas, que ainda podem ocorrer nos diferentes estádios fenológicos da cultura, justificando medidas adicionais de controle.

A frequência do uso de fungicidas em lavouras comerciais de milho no Brasil tem aumentado nos últimos anos, sendo hoje o segundo maior mercado nacional de produtos, estimado em 349 milhões de dólares por ano (Spark, 2020). No Estado do Mato Grosso, maior produtor nacional do cereal, é realizada, em média, 1,7 pulverização na cultura do milho, o que gera um custo para o produtor ao redor de 23 dólares por hectare (Spark, 2020). Além da manutenção do potencial produtivo dos híbridos comercializados, desde 2007, o aumento do uso

de fungicidas em lavouras ocorreu devido aos altos preços de *commodities* do milho no mercado internacional, altos níveis de severidade em campo, favorecidos por resíduos da palhada originários de práticas conservacionistas do solo, presença constante da cultura no campo e o aumento da disponibilidade de produtos por companhias químicas (Mueller et al., 2013).

Após a semeadura da cultura, o principal recurso no controle de doenças foliares do milho safrinha em híbridos suscetíveis é o uso de fungicidas, uma realidade no Brasil (Custódio et al., 2020). Nos principais estados produtores de milho, como Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e Mato Grosso, este é um dos mais importantes métodos de controle empregados para proteger os híbridos das doenças foliares nos estádios vegetativos e reprodutivos. Portanto, é fundamental determinar a eficiência de controle das doenças foliares pelos fungicidas recomendados para manutenção de produtividade.

Este capítulo objetivou i) relatar as principais manchas foliares e ferrugens do milho presentes nos ensaios cooperativos; e ii) divulgar os resultados de eficiência de controle de doenças foliares e a manutenção de produtividade do milho safrinha de 2023. O foco principal tem sido melhorar, no campo da fitopatologia, a eficiência produtiva e a sustentabilidade do agronegócio do milho brasileiro.

Manchas foliares e ferrugens do milho

Até o início dos anos 90, as doenças foliares ocasionadas por manchas e ferrugens apresentavam pouca importância na cultura do milho no Brasil. Reduções de produtividade eram

geralmente associadas a outros fatores, como insetos-praga, práticas culturais ou sementes não melhoradas, conforme Pinto (1980). Os prejuízos causados por estas doenças aumentaram concomitantemente aos avanços nas técnicas de produção, impulsionados principalmente pela expansão da fronteira agrícola, ampliação das épocas de semeadura (primeira, segunda e terceira safra), semeaduras sucessivas, cultivo mínimo e sistema plantio direto, cultivos irrigados, entre outros (Carvalho et al., 2016).

Nos dias de hoje, diversas doenças em parte aérea das plantas são registradas acometendo a cultura do milho brasileiro durante todo o ciclo de crescimento e desenvolvimento e sob diferentes níveis de resistência dos materiais. Dentre as mais encontradas nos ensaios da rede cooperativa, controladas por fungicidas foliares, existem sete doenças foliares (Figura 1). Pode-se citar a mancha de *Bipolaris* (*Bipolaris maydis* (Y. Nisik. & C. Miyake) Shoemaker, 1959), a helmintosporiose comum ou mancha de túrcicum (*Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs, 1974), mancha branca (*Phaeosphaeria maydis* (P. Henn.) Rane, Payak & Renfro, 1965) ou *Pantoea ananatis* corrig. (Serrano, 1928) Mergaert et al., 1993)), mancha de cercóspora (*Cercospora* spp.), mancha de macróspora (*Stenocarpella macrospora* (Earle) Sutton, 1980), ferrugem políssora (*Puccinia polysora* Underw., 1897) e a ferrugem comum (*Puccinia sorghi* Schw.) (Casela et al., 2006; Cota et al., 2013; Custódio et al., 2019b).

A importância de cada uma dessas doenças foliares é variável dependendo de cada safra, região de cultivo e híbrido

(Casela et al., 2006). Portanto, não é adequado afirmar que alguma delas seja de maior relevância econômica em relação às demais.

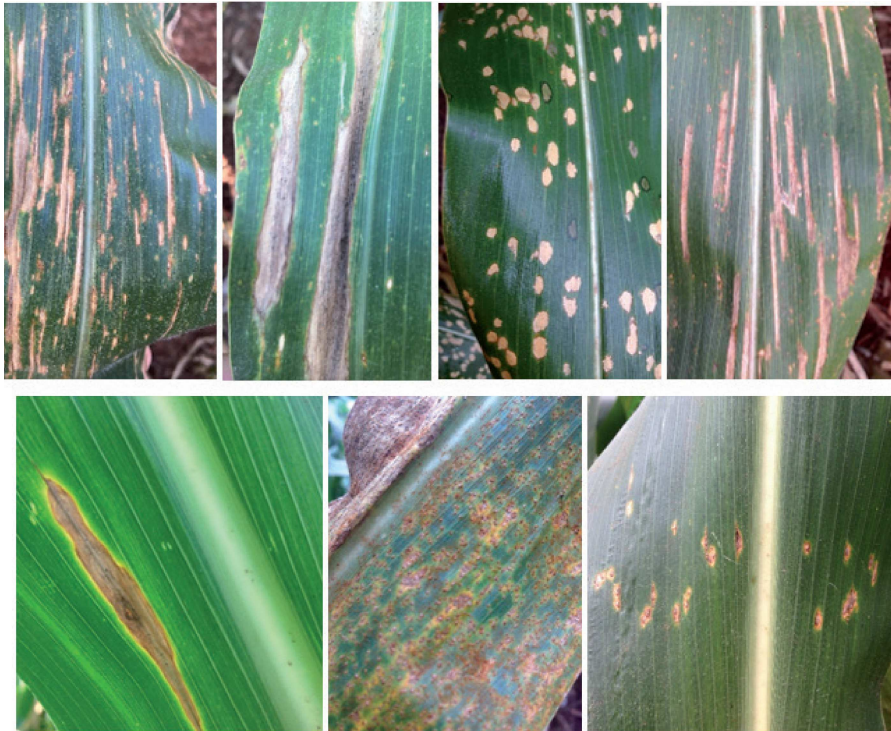


Figura 1. Principais manchas e ferrugens do milho controladas por fungicidas foliares e comumente relatadas nos ensaios da rede cooperativa. Superior da esquerda para direita: mancha de bipolaris, mancha de túrcicum, mancha branca e mancha de cercóspora. Inferior da esquerda para direita: mancha de macróspora, ferrugem políssora e ferrugem comum.

Fonte: Adriano Custódio

Devido ao aumento exponencial da área de cultivo antecipado na safrinha brasileira, a ocorrência destas doenças em parte aérea, manchas foliares em especial, tem se tornado um fator limitante para a produção sustentável de milho. Consequentemente, isto demanda que a assistência técnica e a extensão rural aperfeiçoem o posicionamento de medidas de controle, como o uso racional de fungicidas, para reduzir os danos em lavouras (Custódio et al., 2019; Custódio et al., 2019b). Portanto, algumas características destas manchas foliares e ferrugens serão relatadas a seguir.

Mancha de bipolaris

As lesões iniciam-se em folhas do terço inferior da planta, próximas ao solo. Lesões novas são pequenas e ovaladas, elípticas ou puntiformes com coloração marrom e bordas em tons avermelhados. Com o envelhecimento, as lesões se alongam no sentido das nervuras, adquirem coloração palha podendo apresentar bordas de cor parda a marrom-escura (Figura 1). *Bipolaris maydis* possui três raças, a C, a T (ambas infectam apenas plantas com citoplasma macho estéril C e T) e a O (infecta todos os tipos de citoplasma). A raça T produz lesões ovais a elípticas, e pode causar sintomas em folhas, brácteas, bainhas e espigas. A raça O tem maior distribuição no mundo e suas lesões são menores, com margens vermelho-marrons (Munkvold e White, 2016; Wise et al., 2016).

Normalmente, a doença é mais prevalente em campos com restos culturais de milho infectados com o fungo (Carvalho

et al., 2016; Casela et al., 2006). As condições que favorecem a doença são clima úmido e temperatura do ar entre 20 °C e 32 °C (Munkvold e White, 2016; Wise et al., 2016). Significativos danos ocasionados pela mancha de bipolaris reduzindo a produtividade podem ser de até 70% (Hussain et al., 2016). O melhor período para vistoriar os sintomas de mancha de bipolaris em campo é (Figura 2):

- início: no meio da estação de cultivo, durante o estágio vegetativo de pré-pendoamento das plantas (V5-V11);
- término: no final da estação de cultivo, no estágio reprodutivo de grão dente (R5).

ESTÁDIO FENOLÓGICO	VE	V4	V6	V8	V10	VT	R1	R2	R3	R4	R5	R6
	Emergência	4 folhas	6 folhas	8 folhas	10 folhas	Pendão	Boneca	Bolha d'água	Leitoso	Pastoso	Dente	Colheita
INÍCIO DO CICLO		MEIO DO CICLO					FINAL DO CICLO					
DOENÇAS FOLIARES												
Mancha de Bipolaris												
Mancha de túrcicum												
Mancha branca												
Mancha de cercóspora												
Mancha de macróspora												
Ferrugem políssora												
Ferrugem comum												

Figura 2. Estádios fenológicos durante o ciclo de crescimento e desenvolvimento do milho em que as principais manchas e ferrugens controladas por fungicidas foliares são mais comumente relatadas nos ensaios de campo da rede cooperativa. As cores verde, amarela, laranja, vermelho e roxo são estimativas que representam, respectivamente, os níveis de severidade baixa, moderada, moderada-alta, alta e muito alta. Fonte: Adaptado de Wise et al. (2016)

Mancha de túrcicum

As primeiras lesões aparecem comumente entre 40 e 50 dias após a semeadura, sendo esta uma doença tipicamente de fase vegetativa. As lesões iniciam-se normalmente em folhas inferiores e progredem para as folhas superiores, mas, em epidemias severas e precipitação abundante, a infecção pode iniciar a partir do topo da planta. Os sintomas iniciais são caracterizados por pequenas lesões necróticas de formato elíptico, de coloração verde-cinza a marrom, paralelas às nervuras foliares (Figura 1). Com o avanço da doença, as lesões se expandem, aumentando de tamanho, podem atingir 2,5 cm a 15 cm de comprimento e se tornam necróticas e fusiformes (Casela et al., 2006; Carvalho et al., 2016).

Em situações de alta severidade, as lesões coalescem e as folhas secas e se tornam quebradiças (Munkvold e White, 2016; Wise et al., 2016). O desenvolvimento da doença é favorecido por temperaturas do ar entre 17 °C e 27 °C, umidade relativa do ar acima de 90% e oito horas de período de molhamento foliar contínuo. Existem relatos na literatura que os danos ocasionados pela mancha de túrcicum podem atingir 50% (Munkvold e White, 2016). O melhor período para vistoriar os sintomas da mancha de túrcicum em campo é (Figura 2):

- início: durante o estágio vegetativo das plantas (V8) ou entre 40 a 50 dias após a semeadura;
- término: no final da estação de cultivo, no estágio reprodutivo de grão dente (R5).

Mancha branca

Os sintomas iniciais da doença se caracterizam por pequenas áreas de cor verde-pálido ou cloróticas, as quais tornam-se esbranquiçadas ou com aspecto seco e margens de cor marrom. Estas manchas têm forma arredondada, oblonga, alongada ou levemente irregular, medem 0,3 a 2 cm e são distribuídas sobre a superfície da folha (Rane et al., 1965) (Figura 1). No Brasil, esta doença foliar é causada por *Pantoea ananatis* (Figueiredo e Paccola-Meireles, 2012). Posteriormente, nas lesões, após a infecção pela bactéria, surgem fungos, como *Phaeosphaeria maydis* (Rane et al., 1965; Fantin e Duarte, 2009). Sob alta severidade, as lesões podem coalescer, chegando a necrosar completamente a folha e também podem afetar as brácteas da espiga (Fantin e Duarte, 2009; Custódio et al., 2019).

Normalmente, a doença tem início nas folhas do terço inferior da planta, progredindo rapidamente para as folhas do terço mediano e superior e, em ocorrências tardias, os sintomas podem surgir apenas nas folhas superiores (Casela et al., 2006). A doença é favorecida por umidade relativa do ar superior a 60%, temperatura do ar diurna alta e noturna entre 15 °C e 20 °C (Sabato et al., 2013) ou alta umidade e temperatura média de 18 °C a 21 °C durante a segunda safra (Fantin e Duarte, 2009). Danos econômicos causados pela mancha branca são dependentes da suscetibilidade e do potencial produtivo dos híbridos. Segundo Braga (2022), em híbridos suscetíveis, para cada 1% de aumento da severidade da mancha branca ocorre redução de 0,89% na produtividade, quando estimada em 7.940

kg ha⁻¹. O melhor período para vistoriar os sintomas de mancha branca em campo é (Figura 2):

- início: no meio da estação de cultivo, durante o estágio vegetativo de pré-pendoamento das plantas (V8-V11) ou antes; porém, o período para o aumento mais severo da mancha branca é após o florescimento, seguindo o estágio reprodutivo;
- término: no final da estação de cultivo, no estágio reprodutivo de grão dente (R5).

Mancha de cercóspora

Normalmente, os primeiros sintomas desta doença são observados de duas a três semanas antes do estágio fenológico de pendoamento (VT), em folhas do terço inferior das plantas (Casela et al., 2006). Três espécies do fungo *Cercospora zae-maydis*, *C. zeina* e *C. sorghi* var. *maydis* são comumente encontradas no Brasil (Neves et al., 2015). Após o pendoamento, a doença pode se desenvolver rapidamente e avançar para o terço mediano e superior das plantas. Os sintomas podem variar conforme o híbrido. Em alguns casos, as lesões podem apresentar bordas escuras ou halo amarelo (Ward et al., 1999; Munkvold e White, 2016).

Lesões iniciais são cloróticas, de difícil identificação, podendo ser confundidas com outras doenças, como a mancha de bipolaris. Porém, lesões maduras são características pois apresentam aspecto retangular, delimitadas pelas nervuras da folha (Figura 1). Essas lesões possuem coloração palha ou cinza clara e em híbridos altamente suscetíveis podem ser formadas extensas áreas necróticas (Carvalho et al., 2016; Casela et al.,

2016). As condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da doença são temperaturas do ar entre 22°C e 30°C, períodos prolongados de neblina e umidade relativa do ar maior que 95% sem a presença de água líquida, chuva, irrigação por aspersão, orvalho e em campos próximos às margens de rios (Munkvold e White, 2016; Wise et al., 2016). Conforme Nutter e Jenco (1992), os danos ocasionados por esta doença são ao redor de 47,6 kg ha⁻¹ no decréscimo da produção para cada 1% de acréscimo na severidade da mancha de cercóspora (Nutter e Jenco, 1992). O melhor momento para vistoriar os sintomas de mancha de cercóspora em lavoura é (Figura 2):

- início: no meio da estação de cultivo, durante o estágio vegetativo de pré-pendoamento das plantas (V11) ou antes;
- término: no final da estação de cultivo, no estágio reprodutivo de grão dente (R5).

Mancha de macróspora

Os sintomas da doença podem ocorrer em todas as folhas em qualquer estágio de desenvolvimento das plantas. Lesões iniciais da mancha de macróspora podem ser pequenas estrias escuras e apresentar coloração clara seguida de necrose. As lesões foliares possuem formato irregular, de cor parda, com anéis concêntricos escuros a partir do ponto de infecção central do fungo, que possui cor clara (Munkvold e White, 2016; Wise et al., 2016).

Lesões coalescentes são estreitas e estendem-se na direção paralela às nervuras, facilmente observadas na face superior da folha, que apresenta nítido ponto de infecção do fungo (Figura

1). Lesões velhas são elípticas a alongadas e normalmente apresentam um halo amarelado irregular ao redor da lesão (Casela et al., 2006; Munkvold e White, 2016).

O desenvolvimento da doença é favorecido por temperaturas do ar entre 26 °C e 30 °C. *Stenocarpella macrospora*, assim como a espécie *S. maydis* infectam colmos e espigas. Existem relatos na literatura que a mancha de macróspora pode ocasionar redução na produtividade de milho em torno de 31% em plantas doentes (Bampi et al., 2011). O melhor período para vistoriar os sintomas da mancha de macróspora em campo é (Figura 2):

- início: no meio da estação de cultivo, durante o estágio vegetativo e após pendoamento das plantas (VT);
- término: no final da estação de cultivo, no estágio reprodutivo de grão dente (R5).

Ferrugem políssora

A ferrugem políssora pode ser observada em qualquer fase de desenvolvimento do milho, iniciando nas folhas mais velhas. Os sintomas da doença foliar são caracterizados pela formação de numerosas, densas e pequenas pústulas circulares a ovais, de coloração variável de marrom claro, distribuídas densamente na face superior das folhas (Figura 1). As pústulas da ferrugem políssora têm coloração mais clara do que as da ferrugem comum e também apresentam característica pulverulenta. Com a aproximação da maturação fisiológica do milho, as pústulas adquirem coloração mais escura ao redor (Casela et al., 2006; Costa et al., 2010).

Híbridos altamente suscetíveis apresentam morte prematura da folha. A doença é favorecida por ambiente com temperatura entre 23 °C e 28 °C, umidade relativa do ar acima de 90%, altitudes inferiores a 700 m e seis horas de período de molhamento foliar (Munkvold e White, 2016; Wise et al., 2016). A ausência de controle em híbridos suscetíveis pode resultar em danos superiores a 50% na produção de milho (Costa et al., 2010). O melhor período para vistoriar os sintomas da ferrugem políssora em campo é (Figura 2):

- início: no meio da estação de cultivo, durante o estágio vegetativo das plantas (V8);
- término: no final da estação de cultivo, no estágio reprodutivo de grão dente (R5).

Ferrugem comum

Esta doença pode ser encontrada em qualquer fase de desenvolvimento da planta, sendo comumente observada antes do florescimento das plantas. Inicialmente, a ferrugem comum ocorre nas folhas do terço inferior da planta. Infecções precoces em plantas jovens, antes do pendoamento, causam maior redução da produtividade (Casela et al., 2006).

Os sintomas iniciais da doença são lesões cloróticas na folha nas quais, em seguida, são formadas pústulas em toda a parte aérea da planta, com maior abundância nas folhas do cartucho. Uma característica marcante desta doença é que as pústulas são mais alongadas que as demais ferrugens, ocorrem na superfície superior e inferior da folha. As pústulas apresentam coloração variando do marrom claro na fase inicial

dos sintomas ao marrom escuro em fases avançadas (Figura 1). As pústulas alteram sua coloração para marrom escuro quando os urediniósporos são substituídos pelos teliósporos, próximo do estágio fenológico de maturidade fisiológica da planta. Ao redor das pústulas pode ocorrer um halo de coloração variando de amarelo a verde-claro (Casela et al. 2006; Munkvold e White, 2016).

A doença é favorecida por ambiente com temperatura na faixa de 16 °C a 23 °C, alta umidade relativa do ar, acima de 95%, e seis horas de período de molhamento foliar. Regiões com altitudes maiores a 700 m favorecem a ocorrência da doença. Uma simples pústula da folha infectada pode conter mais de 5.000 urediniósporos. Dias quentes e secos limitam o desenvolvimento da doença. Existem relatos na literatura que para cada 10% da área total infectada ocorre uma redução do peso dos grãos entre 3% e 8% (Munkvold e White, 2016). O melhor período para vistoriar os sintomas da ferrugem comum em campo é (Figura 2):

- início: durante o estágio vegetativo, de pré-pendoamento das plantas (V6-V11) ou antes;
- término: no final da estação de cultivo, no estágio reprodutivo de grão pastoso (R4).

Fungicidas em milho

Mundialmente, até 1970, pouca importância era dada às doenças do milho. Somente após a severa epidemia da mancha foliar de *bipolaris* (helminthosporiose maidis) nos Estados Unidos, as doenças da cultura passaram a ser consideradas como

limitantes de produtividade. Os danos à produção de milho grão causados por *Bipolaris maydis* (raça T) naquele ano foram superiores a 20 milhões de toneladas e as perdas monetárias superiores a 1 bilhão de dólares (Munkvold e White, 2016). Estudos mencionam que fungicidas protetores foram utilizados em 1980 para controle da cercosporiose (Ward e Nowell, 1998). Contudo, somente na década de 1990 os fungicidas passaram a ser efetivamente utilizados no controle de doenças foliares em diversos países, como Estados Unidos e África do Sul (Ward et al., 1997; Wegulo et al., 1997).

No Brasil, o uso em larga escala de fungicidas em lavouras comerciais ocorreu no início dos anos 2000, devido a surtos epidêmicos da mancha de cercóspora no sudoeste goiano na primeira safra de 1999/2000 e na safrinha de 2000 (Fantin e Duarte, 2009). Naquela época, o governo brasileiro precisou tomar medidas rápidas para registrar os primeiros fungicidas foliares para controlar doenças em lavouras de milho (Pinto, 2004). Desde então, houve a intensificação gradativa do uso de fungicidas em áreas comerciais de milho e, conseqüentemente, um aumento do portfólio de produtos comercializados. Atualmente, existem aproximadamente 191 fungicidas registrados no Ministério da Agricultura para o controle de doenças foliares do milho (Agrofit, 2022).

Em 2013, 30 fungicidas estavam registrados no Brasil, representando um incremento de 161 novos produtos em apenas nove anos (Agrofit, 2022). Os princípios ativos destes fungicidas, em sua maioria, pertencem ao grupo químico

dos triazóis (75%) e das estrobilurinas (41%), constituídos principalmente pelos ingredientes ativos tebuconazol (45%), azoxistrobina (17%), piraclostrobina (15%), tiofanato metílico (13%) e mancozeb (10%).

Cota et al. (2018) realizaram um levantamento do uso de fungicidas na cultura do milho no Brasil. O estudo obteve dados em duas primeiras safras, em 2015/2016 e 2016/2017, e duas safrinhas, nos anos de 2015 e 2016. Nas regiões produtoras de milho amostradas (956), o número de aplicações de fungicidas foliares variou de zero (sem aplicação) até seis aplicações. Aproximadamente 73,6% dos produtores fizeram uma ou duas aplicações de fungicidas para o controle de doenças foliares. Por outro lado, apenas 19,5% das lavouras amostradas não foram pulverizadas com fungicidas.

Um estudo metanalítico utilizando banco de dados entre 2007 e 2013 observou maior probabilidade (95%) para garantir a produtividade com o uso de fungicidas foliares comparado à testemunha sem aplicação (Fantin et al., 2017). Ainda, houve probabilidade de 82% para manter 300 kg ha⁻¹ (ou 5 sacas de 60 kg) e 57% de probabilidade para manter 600 kg ha⁻¹ (ou 10 sacas de 60 kg). Também, os resultados mostraram que, comparada a apenas uma aplicação, houve maior probabilidade para manter a produtividade em duas aplicações de fungicidas.

Prejuízos quantitativos devidos ao ataque de fitopatógenos têm sido frequentes nas principais regiões produtoras do país, e dúvidas sobre a eficiência dos produtos no controle das principais doenças foliares surgem a cada safra.

No Brasil, alguns estudos já foram realizados para conhecer o efeito e a eficiência de fungicidas em milho (Pinto, 2004; Costa et al., 2012; Cota et al., 2018). A maioria destes ensaios foram realizados em poucas localidades ou conduzidos majoritariamente com ingredientes ativos formados por moléculas simples ou misturas duplas de triazol e estrobilurina, disponíveis à época das avaliações, podendo ser associados ao mancozeb. Os principais alvos-biológicos eram mancha branca, mancha de cercóspera e ferrugens.

A partir da segunda safra de milho, em 2017, foi estabelecida no Paraná, Brasil, uma iniciativa de trabalho em rede nacional de pesquisa cooperativa por meio de uma ampla parceria público-privada envolvendo companhias químicas e instituições de pesquisas (Custódio et al., 2019; Custódio et al., 2019ab). O objetivo foi conhecer em multi-localidades a eficiência de fungicidas (registrados e em fase de registro) em três aplicações sequenciais para controlar doenças foliares do milho reduzindo os danos em campo. Esta pesquisa cooperativa tem possibilitado acelerar a modernização do portfólio de novos fungicidas foliares registrados para a cultura do milho brasileiro (Custódio et al., 2020; Custódio et al., 2020a).

Estes fungicidas são compostos por novas opções de moléculas com diferentes modos de ação ou novas combinações de fungicidas sítio-específicos e multissítios formados por triazol, triazolintiona, estrobilurina, carboxamida, ditiocarbamato e cloronitrila (Custódio et al., 2020; Custódio et al., 2020a). Este trabalho também pode impulsionar o registro de fungicidas

foliares no Ministério da Agricultura para mancha de bipolaris e mancha de macróspora.

Os ensaios realizados por esta rede cooperativa demonstraram variação entre os fungicidas foliares, do ponto de vista de eficiência de controle (%C) e manutenção de produtividade (kg ha^{-1}). Nesse caso, o posicionamento dos produtos de acordo com cada cenário e estágio fenológico da cultura é fundamental para garantir o controle adequado da doença e obter resposta produtiva do híbrido escolhido (Custódio et al., 2019; Custódio et al., 2020).

Usualmente, apenas uma aplicação de fungicida foliar é economicamente viável para produção de milho grão. No entanto, produtores realizam duas e até três aplicações de fungicidas para manejar doenças foliares (Cota et al., 2018). Normalmente, a primeira aplicação ocorre no estágio vegetativo de seis a oito folhas (V6-V8), seguida por uma aplicação antes do pendoamento das plantas em 11 folhas (V11). Porém, em alguns casos, pode ser necessária uma terceira aplicação após o pendoamento das plantas, no estágio reprodutivo de grão bolha (R2) da cultura. Também, variações das aplicações de fungicidas nos três estágios fenológicos acima descritos podem ocorrer, com a primeira aplicação antes do pendoamento e a segunda aplicação após o pendoamento (Custódio et al., 2019, Custódio et al., 2020).

É importante mencionar que no estágio fenológico reprodutivo após o pendoamento, considerado um período crítico da cultura, qualquer fator que interfira negativamente

reduzindo a área foliar sadia e, conseqüentemente, a sua capacidade fotossintética, resulta em reduções significativas na produtividade (Costa et al., 2009). Normalmente, esta aplicação tem sido negligenciada por muitos produtores das principais microrregiões milhícolas do país devido à necessidade de um planejamento organizado e uso de aeronaves.

Devido ao alto investimento da cultura, principalmente na segunda safra e em áreas com histórico de doenças foliares controladas por fungicidas, alguns produtores brasileiros realizam aplicações preventivas com o objetivo de proteger o potencial produtivo dos híbridos comercializados. Para mancha de cercospora do milho, Rocha (2023), utilizando uma análise conjunta de ensaios em duas localidades, observou que, dentre 10 tratamentos experimentais, o fungicida com mistura tripla de fluxapiraxade + piraclostrobina + mefentrifluconazole apresentou a maior média de controle (72,8%) e também o maior valor de manutenção de produtividade (43,5%) comparado ao tratamento testemunha. Ao comparar este fungicida citado com outro tratamento de mistura dupla amplamente utilizado por produtores (epoxiconazole + piraclostrobina), houve incremento na eficiência de controle em 17,4% e na manutenção de produtividade em 13%.

Para a mancha branca do milho, em parcelas sem tratamento com fungicidas, a severidade média foi cerca de 15% maior do que em parcelas tratadas com fungicidas. Além disso, a manutenção de produtividade em parcelas aplicadas com fungicidas foram até 30% maior comparado àquelas

não pulverizadas, devido à proteção da área foliar sadia proporcionada pelas aplicações de fungicidas (Custódio et al., 2020b). Braga (2022) utilizando uma abordagem metanalítica sumarizou quantitativamente a eficiência de azoxistrobina + difenoconazole + clorotalonil, azoxistrobina + tebuconazole + mancozeb, piraclostrobina + epoxiconazole, piraclostrobina + fluxapiroxade, piraclostrobina + fluxapiroxade + mefentrifluconazole e trifloxistrobina + protioconazol + bixafen para estimar a resposta dos tratamentos avaliados em ensaios de campo conduzidos entre 2016 a 2020 no controle da doença e produtividade. Todos os seis fungicidas proporcionaram resposta de produtividade ($>1.000 \text{ kg ha}^{-1}$) superior à testemunha sem aplicação. A média de eficiência de controle da mancha branca e a manutenção de produtividade entre os tratamentos com aplicações de fungicidas variaram de 61,3 a 74,2% e 1.019,4 a 1.337 kg ha^{-1} , respectivamente (Braga, 2022).

Recentemente, um estudo no Brasil, divulgado pelo grupo Kynetec Brasil, demonstrou que o mercado anual de fungicidas para milho verão e safrinha no país cresceu de R\$ 561 milhões na safra 2014-15 para R\$ 2,83 bilhões na safra 2022-23. Neste estudo, foi mencionado que na safra 2022-23 as misturas compostas por triazóis e estrobilurinas (Stroby Mix) representaram 55% do mercado, enquanto produtos à base de carboxamidas (Premium) foi 25%. Por outro lado, fungicidas protetores tiveram 7% de participação no mercado, enquanto produtos benzimidazóis e triazóis tiveram 4% cada. Também, em lavouras de milho safrinha, houve pelo menos uma

aplicação de fungicida em 97% da área cultivada e intensidade média de duas aplicações dos tratamentos. Aparentemente, a maior adoção destas tecnologias ocorreu devido ao maior engajamento dos produtores para evitar potenciais danos à produtividade ocasionados por manchas foliares e ferrugens na colheita do milho grão (Revista Cultivar, 2024).

Resultados sumarizados

Na segunda safra de 2023, 30 ensaios de campo foram conduzidos em 25 localidades nos biomas Mata Atlântica e Cerrado brasileiro (Figura 3).

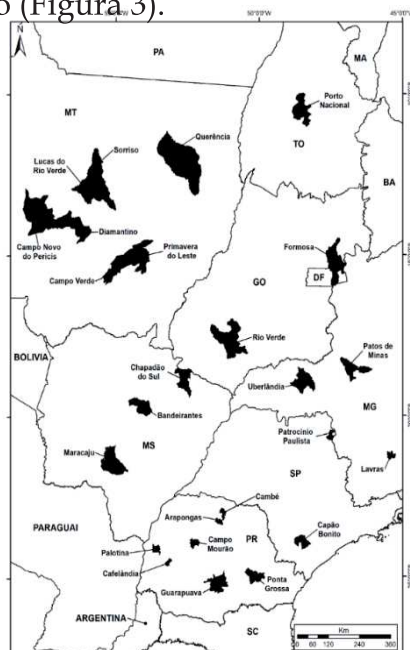


Figura 3. Localização dos municípios com ensaios de campo implantados na rede cooperativa. Milho safrinha de 2023. Fonte: Leonardo Ferriani

Neste trabalho, a metodologia utilizada foi publicada por Custódio et al. (2020) disponível em uma website (<https://www.fitossanidadetropical.org.br/informacoes-tecnicas/publicacoes>). A dose e o uso de adjuvantes dos tratamentos foram, no entanto, indicados pelas empresas fabricantes. Três aplicações sequenciais dos tratamentos com pulverizador pressurizado foram realizadas (V6/V8, V11 e R2). Em cada localidade, cinco avaliações da severidade foram realizadas, de V8 a R2, em intervalos de 14 a 21 dias. A severidade total (AACPD) das doenças foliares e a produtividade (kg ha^{-1}) foram estatística e conjuntamente analisadas. A eficiência de controle e a manutenção de produtividade porcentual foram calculadas.

Os tratamentos experimentais foram constituídos por onze (11) fungicidas formados por misturas prontas de moléculas simples, misturas duplas e misturas triplas, sem ou com associação de fungicidas multissítios. Além disso, três tratamentos padrões foram considerados, sendo controle positivo com fungicida sítio específico e multissítio registrados para a cultura, e um controle negativo sem aplicação de fungicida (testemunha). Ao todo, o ensaio teve quinze (15) tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Produto comercial, dose por hectare, registro, concentração do ingrediente ativo e empresa detentora do fungicida foliar para cada tratamento. Milho safrinha de 2023¹.

N ^o	Tratamento (produto comercial)	Dose ha ¹	REGISTRO	Concentração do ingrediente ativo	Empresa
1	TESTEMUNHA (Controle Negativo, sem fungicida)	-	-	-	-
2	ABACUS HC + Mees (0,5 l/ha) (Controle Positivo, sítio específico)	0,38	REGISTRADO	piraclostrobina (26%) + epoxiconazole (16%)	BASF
3	UNIZEB GOLD (Controle Positivo, multissítio)	2,0	REGISTRADO	mancozebe (75%)	UPL
4	PREVINIL (Controle Positivo, multissítio)	2,0	REGISTRADO	clorotalonil (72%)	HELM
5	FOX XPRO + Aureo (0,25 l/ha)	0,5	REGISTRADO	trifloxistrobina (15%) + protriocanazole (17,5%) + bixafen (12,5%)	BAYER
6	ORKESTRA SC + Mees (0,5 l/ha)	0,35	REGISTRADO	piraclostrobina (33,33%) + fluxapiroxade (16,7%)	BASF
7	MELYRA (BAS 751 01 F) + Mees (0,5 l/ha)	0,5	REGISTRADO	piraclostrobina (20%) + mefentrifluconazole (20%)	BASF
8	TRIDIUM + Strides (0,25% v/v)	2,0	REGISTRADO	azoxistrobina (4,7%) + tebuconazole (5,6%) + mancozebe (59,7%)	UPL
9	APPROACH POWER + CONTROLLER NT	0,8 + 1,5	REGISTRADO	picoxistrobina (9%) + ciproconazole (4%) + mancozebe (80%)	CORTEVA
10	VIOVAN + CONTROLLER NT	0,75 + 1,5	RET III	picoxistrobina (10%) + protriocanazole (11,67%) + mancozebe (80%)	CORTEVA
11	TAMIZ + TROIA + Agris (0,5 l/ha)	0,6 + 1,5	REGISTRADO	azoxistrobina (12%) + tebuconazole (16%) + mancozebe (80%)	SUMITOMO
12	VITENE + ECHO + Assist (0,5 l/ha)	0,2 + 1,5	REGISTRADO	azoxistrobina (30%) + difenoconazole (20%) + clorotalonil (72%)	SIPCAM NICHINO
13	HELMSTAR PLUS + PREVINIL + Ochima (0,25 l/ha)	0,5 + 1,5	REGISTRADO	azoxistrobina (12%) + tebuconazole (24%) + clorotalonil (72%)	HELM
14	OZEAN (HDB 182) + PREVINIL + Ochima (0,25 l/ha)	0,4 + 1,5	RET III	azoxistrobina (20%) + difenoconazole (12,5%) + clorotalonil (72%)	HELM
15	FUSÃO + ABSOLUTO FIX + Iharol Gold (0,25%)	0,725 + 1,5	REGISTRADO	metominostrobin (11%) + tebuconazole (16,5%) + clorotalonil (72%)	IHARA

¹Tratamentos experimentais. Fungicida registrado ou com registro especial temporário III (RET III).

Múltiplas doenças foliares

Em todos os ensaios da rede de pesquisa cooperativa na safrinha de 2023 localizados em sete Estados da federação (Figura 3), 50% das ocorrências de múltiplas doenças foliares foram ocasionadas por mancha de bipolaris e/ou mancha de túrcicum. Por outro lado, 28% das ocorrências foram ocasionadas por mancha branca. No Estado do Mato Grosso, maior produtor de milho, 41% das ocorrências foram ocasionadas por mancha de bipolaris e/ou mancha de túrcicum, enquanto no Estado do Paraná, segundo maior produtor de milho, 40% das ocorrências foram ocasionadas por mancha branca (dados não apresentados).

Os resultados médios de severidade total representados pela AACPD tiveram menor valor ao abranger todos os tratamentos com fungicidas (638) em relação à AACPD (1.576) do tratamento testemunha sem fungicida. Houve efeito significativo dos tratamentos com fungicidas (de 532 a 807) em relação à testemunha (1.576), indicando o efeito destes sobre as doenças (Tabela 2).

Nas análises conjuntas sumarizadas das oito localidades, a severidade final média dos tratamentos com fungicidas foi de 28,5%, o que representou uma diferença absoluta de 34,9% na severidade de doenças entre a testemunha sem fungicida e a média dos tratamentos com fungicidas (Tabela 2). Houve severidade de 63,4% na testemunha que diferiu estatisticamente de todos os tratamentos com fungicida de menor severidade (22% a 35,6%). Também, do ponto de vista estatístico, para a AACPD, os tratamentos foram separados em dois grupos de médias pelo teste de Tukey, tratamento testemunha sem fungicida e os demais tratamentos com fungicida. Numericamente, houve maior AACPD no tratamento sem fungicida (1.576) e menor AACPD, de 532, no tratamento 7 (Melyra), apesar de não haver ocorrido diferença significativa entre os tratamentos com fungicidas (Tabela 2). Os tratamentos testados com aplicações de misturas duplas, misturas triplas, associadas ou não a fungicidas multissítios apresentaram eficiência de controle variando de 49% no tratamento 3, controle positivo Unizeb Gold, a 66% no tratamento 7, Melyra (Tabela 2).

Tabela 2. Severidade final (Sev final), severidade total (AACPD) de múltiplas doenças foliares e eficiência de controle (C) para os tratamentos. Milho safrinha de 2023¹.

Tratamento	Sev final (%)		AACPD		C ² (%)
	N = 8		N = 8		
1 TESTEMUNHA (Controle Negativo, sem fungicida)	63,4	A	1.576	A	0
2 ABACUS HC + Mees (Controle Positivo, sítio específico)	26,7	BC	572	B	64
3 UNIZEB GOLD (Controle Positivo, multissítio)	35,6	B	807	B	49
4 PREVINIL (Controle Positivo, multissítio)	34,4	B	765	B	51
5 FOX XPRO + Aureo	25,6	BC	561	B	64
6 ORKESTRA SC + Mees	25,4	BC	564	B	64
7 MELYRA (BAS 751 01 F) + Mees	22,0	C	532	B	66
8 TRIDIUM + Strides	26,8	BC	642	B	59
9 APPROACH POWER + CONTROLLER NT	28,7	BC	654	B	59
10 VIOVAN + CONTROLLER NT	28,9	BC	630	B	60
11 TAMIZ + TROIA + Agris	29,1	BC	631	B	60
12 VITENE + ECHO + Assist	29,0	BC	644	B	59
13 HELMSTAR PLUS + PREVINIL + Ochima	30,4	BC	656	B	58
14 OZEAN (HDB 182) + PREVINIL + Ochima	28,9	BC	644	B	59
15 FUSÃO + ABSOLUTO FIX + Iharol Gold	27,4	BC	626	B	60
Média dos tratamentos (2-15) com fungicida	28,5		638		
C.V. (%) ³	11,3		7,8		
R ² (%) ⁴	97		99		
Pr > F ⁵	<.0001		<.0001		
DMS ⁶	11,4				

¹Resultados sumarizados na safrinha de 2023. Múltiplas doenças foliares: mancha branca, mancha de cercóspora, mancha de macróspora, mancha de túrcicum, mancha de bipolaris e ferrugem políssora. Médias seguidas da mesma letra, em cada coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). N = número de ensaios; ²Eficiência de controle porcentual comparado ao tratamento testemunha por meio da AACPD; ³Coefficiente de variação (CV); ⁴Coefficiente de determinação (R²); ⁵Probabilidade de significância do teste F (Pr > F); ⁶Diferença mínima significativa (DMS).

Exceto os dois tratamentos controle positivo com fungicida multissítio (tratamento 3, Unizeb Gold e tratamento 5, Previnil), os demais tratamentos com aplicação de fungicida destacaram-se por apresentar produtividade superior à do tratamento testemunha, sem fungicida. A produtividade média dos tratamentos com fungicida foi 7.257 kg ha⁻¹ comparada a 6.250

kg ha⁻¹ do tratamento sem fungicida (Tabela 3). A manutenção de produtividade nos tratamentos com aplicação de fungicida variou de 10% no tratamento 4, controle positivo Previnil, a 22% no tratamento 5, Fox Xpro (Tabela 3).

Tabela 3. Produtividade e manutenção de produtividade (MP) em cada tratamento em função de múltiplas doenças foliares. Milho safrinha de 2023¹.

Tratamento	Produtividade (kg ha ⁻¹)	MP ² (%)
N = 8		
1 TESTEMUNHA (Controle Negativo, sem fungicida)	6.250	D 0
2 ABACUS HC + Mees (Controle Positivo, sítio específico)	7.436	ABC 19
3 UNIZEB GOLD (Controle Positivo, multissítio)	6.990	BC 12
4 PREVINIL (Controle Positivo, multissítio)	6.900	C 10
5 FOX XPRO + Aureo	7.624	A 22
6 ORKESTRA SC + Mees	7.365	ABC 18
7 MELYRA (BAS 751 01 F) + Mees	7.589	AB 21
8 TRIDIUM + Strides	7.056	ABC 13
9 APROACH POWER + CONTROLLER NT	7.147	ABC 14
10 VIOVAN + CONTROLLER NT	7.298	ABC 17
11 TAMIZ + TROIA + Agris	7.212	ABC 15
12 VITENE + ECHO + Assist	7.136	ABC 14
13 HELMSTAR PLUS + PREVINIL + Ochima	7.139	ABC 14
14 OZEAN (HDB 182) + PREVINIL + Ochima	7.434	ABC 19
15 FUSÃO + ABSOLUTO FIX + Iharol Gold	7.278	ABC 16
Média dos tratamentos (2-15) com fungicida	7.257	
C.V. (%) ³	8,7	
R ² (%) ⁴	90	
Pr > F ⁵	<0,0001	
DMS ⁶	616,0	

¹Resultados sumarizados na safrinha de 2023. Múltiplas doenças foliares: mancha branca, mancha de cercóspora, mancha de macróspora, mancha de túrcicum, mancha de bipolaris e ferrugem políssora. Médias seguidas da mesma letra, em cada coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). N = número de ensaios; ²Manutenção de produtividade comparado ao tratamento testemunha sem fungicida devido à proteção da área foliar sadia; ³Coefficiente de variação (CV); ⁴Coefficiente de determinação (R²); ⁵Probabilidade de significância do teste F (Pr >F); ⁶Diferença mínima significativa (DMS).

Helmintosporioses

Para as helmintosporioses, englobando a mancha de *bipolaris* e/ou mancha de *túrcicum*, os resultados médios de severidade total representados pela AACPD tiveram menor valor ao abranger todos os tratamentos com fungicidas (444) em relação à AACPD (1.032) do tratamento testemunha sem fungicida. Houve efeito significativo dos tratamentos com fungicidas (de 309 a 634) em relação à testemunha (1.032), indicando o efeito destes sobre as doenças (Tabela 4).

Nas análises conjuntas sumarizadas das oito localidades, a severidade final média dos tratamentos com fungicidas foi de 20,5%, o que representou uma diferença absoluta de 20,3% na severidade de doenças entre a testemunha sem fungicida e a média dos tratamentos com fungicidas (Tabela 4). Houve severidade de 40,8% na testemunha que diferiu estatisticamente de todos os tratamentos com fungicida de menor severidade (12,8% a 29,7%). Também, do ponto de vista estatístico, para a AACPD os tratamentos foram separados em vários grupos de médias comparadas duas a duas pelo teste de Tukey. Numericamente, houve maior AACPD no tratamento sem fungicida (1.032) e menor AACPD de 309, no tratamento 7 (Melyra) (Tabela 4). Os tratamentos testados com aplicações de misturas duplas, misturas triplas, associadas ou não a fungicidas multissítios apresentaram eficiência de controle variando de 39% no tratamento 3, controle positivo Unizeb Gold, a 70% no tratamento 7, Melyra (Tabela 4).

Tabela 4. Severidade final (Sev final), severidade total (AACPD) de helmintosporioses e eficiência de controle (C) para os tratamentos. Milho safrinha de 2023¹.

Tratamento	Sev final		AACPD		C ²
	(%)				(%)
	N = 8	N = 8			
1 TESTEMUNHA (Controle Negativo, sem fungicida)	40,8	A	1.032	A	0
2 ABACUS HC + Mees (Controle Positivo, sítio específico)	16,5	DE	400	CD	61
3 UNIZEB GOLD (Controle Positivo, multissítio)	29,7	B	634	B	39
4 PREVINIL (Controle Positivo, multissítio)	24,8	BC	555	BC	46
5 FOX XPRO + Aureo	17,7	DE	344	CD	67
6 ORKESTRA SC + Mees	16,5	DE	348	CD	66
7 MELYRA (BAS 751 01 F) + Mees	12,8	E	309	D	70
8 TRIDIUM + Strides	21,2	CD	446	BCD	57
9 APPROACH POWER + CONTROLLER NT	22,2	CD	499	BCD	52
10 VIOVAN + CONTROLLER NT	21,0	CD	456	BCD	56
11 TAMIZ + TROIA + Agris	21,8	CD	451	BCD	56
12 VITENE + ECHO + Assist	21,1	CD	455	BCD	56
13 HELMSTAR PLUS + PREVINIL + Ochima	20,5	CD	474	BCD	54
14 OZEAN (HDB 182) + PREVINIL + Ochima	22,1	CD	464	BCD	55
15 FUSÃO + ABSOLUTO FIX + Iharol Gold	18,7	CDE	384	CD	63
Média dos tratamentos (2-15) com fungicida	20,5		444		
C.V. (%) ³	10,2		8,2		
R ² (%) ⁴	97		99		
Pr > F ⁵	<.0001		<.0001		
DMS ⁶	7,0		214		

¹Resultados sumarizados na safrinha de 2023. N = número de ensaios. Helmintosporioses: mancha de túrcicum e/ou mancha de bipolaris. Médias seguidas da mesma letra, em cada coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). N = número de ensaios; ²Eficiência de controle porcentual comparado ao tratamento testemunha por meio da AACPD; ³Coefficiente de variação (CV); ⁴Coefficiente de determinação (R²); ⁵Probabilidade de significância do teste F (Pr > F); ⁶Diferença mínima significativa (DMS).

Exceto os dois tratamentos controle positivo com fungicida multissítio (tratamento 3, Unizeb Gold e tratamento 5, Previnil), todos os demais tratamentos com aplicação de fungicida destacaram-se por apresentar produtividade superior à do tratamento testemunha, sem fungicida. A produtividade média dos tratamentos com fungicida foi 7.862 kg ha⁻¹ comparada a

6.858 kg ha⁻¹ do tratamento sem fungicida. A manutenção de produtividade nos tratamentos com aplicação de fungicida variou de 9% nos dois tratamentos controle positivo, a 20% no tratamento 4, Melyra comparados ao tratamento testemunha (Tabela 5).

Tabela 5. Produtividade e manutenção de produtividade (MP) em cada tratamento em função de helmintosporioses. Milho safrinha de 2023¹.

Tratamento	Produtividade		MP ² (%)
	(kg ha ⁻¹)		
	N = 5		
1 TESTEMUNHA (Controle Negativo, sem fungicida)	6.858	C	0
2 ABACUS HC + Mees (Controle Positivo, sítio específico)	7.978	AB	16
3 UNIZEB GOLD (Controle Positivo, multissítio)	7.505	BC	9
4 PREVINIL (Controle Positivo, multissítio)	7.462	BC	9
5 FOX XPRO + Aureo	7.888	AB	15
6 ORKESTRA SC + Mees	8.053	AB	17
7 MELYRA (BAS 751 01 F) + Mees	8.253	A	20
8 TRIDIUM + Strides	7.841	AB	14
9 APPROACH POWER + CONTROLLER NT	7.619	AB	11
10 VIOVAN + CONTROLLER NT	7.857	AB	15
11 TAMIZ + TROIA + Agris	8.102	AB	18
12 VITENE + ECHO + Assist	7.710	AB	12
13 HELMSTAR PLUS + PREVINIL + Ochima	7.906	AB	15
14 OZEAN (HDB 182) + PREVINIL + Ochima	8.034	AB	17
15 FUSÃO + ABSOLUTO FIX + Iharol Gold	7.855	AB	15
Média dos tratamentos (2-15) com fungicida	7.862		
C.V. (%) ³	7,5		
R ² (%) ⁴	60		
Pr > F ⁵	<0,0001		
DMS ⁶	732,0		

¹Resultados sumarizados na safrinha de 2023. Helmintosporioses: mancha de túrcicum e/ou mancha de bipolaris. Médias seguidas da mesma letra, em cada coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). N = número de ensaios; ²Manutenção de produtividade comparado ao tratamento testemunha sem fungicida devido à proteção da área foliar sadia; ³Coefficiente de variação (CV); ⁴Coefficiente de determinação (R²); ⁵Probabilidade de significância do teste F (Pr > F); ⁶Diferença mínima significativa (DMS).

Mancha branca

Os resultados médios de severidade total representados pela AACPD tiveram menor valor ao abranger todos os tratamentos com fungicidas (252) em relação à AACPD (761) do tratamento testemunha sem fungicida. Houve efeito significativo dos tratamentos com fungicidas (de 222 a 294) em relação à testemunha (761), indicando a diferença no efeito destes dois grupos estatísticos sobre a mancha branca, apesar de não ter ocorrido significância entre os tratamentos com fungicidas para discriminar os melhores produtos (Tabela 6).

Nas análises conjuntas sumarizadas das seis localidades, a severidade final do tratamento sem fungicida foi de 38%, o que representou uma diferença absoluta de 26,2% na severidade de doenças entre a testemunha sem fungicida e a média dos tratamentos com fungicidas (Tabela 6). A severidade de 38% na testemunha diferiu estatisticamente de todos os tratamentos com fungicida, de menor severidade (9,4% a 14,9%). Também, do ponto de vista estatístico, para a AACPD os tratamentos foram separados em dois grupos de médias pelo teste de Tukey, tratamento testemunha sem fungicida e os demais tratamentos com fungicida.

Numericamente, houve maior AACPD no tratamento sem fungicida (761) e menor AACPD de 222, no tratamento 14 (Ozean + Previnil), apesar de não ter ocorrido significância entre os tratamentos com fungicidas (Tabela 6).

Tabela 6. Severidade final (Sev final), severidade total (AACPD) de mancha branca e eficiência de controle (C) para os tratamentos. Milho safrinha de 2023¹.

Tratamento	Sev final (%)		AACPD		C ² (%)
	N = 6		N = 6		
1 TESTEMUNHA (Controle Negativo, sem fungicida)	38,0	A	761	A	0
2 ABACUS HC + Mees (Controle Positivo, sítio específico)	12,1	B	275	B	64
3 UNIZEB GOLD (Controle Positivo, multissítio)	14,9	B	294	B	61
4 PREVINIL (Controle Positivo, multissítio)	14,9	B	287	B	62
5 FOX XPRO + Aureo	12,4	B	224	B	71
6 ORKESTRA SC + Mees	12,8	B	264	B	65
7 MELYRA (BAS 751 01 F) + Mees	12,3	B	281	B	63
8 TRIDIUM + Strides	10,8	B	249	B	67
9 APROACH POWER + CONTROLLER NT	10,2	B	231	B	70
10 VIOVAN + CONTROLLER NT	9,4	B	223	B	71
11 TAMIZ + TROIA + Agris	11,7	B	244	B	68
12 VITENE + ECHO + Assist	10,8	B	238	B	69
13 HELMSTAR PLUS + PREVINIL + Ochima	10,6	B	238	B	69
14 OZEAN (HDB 182) + PREVINIL + Ochima	10,6	B	222	B	71
15 FUSÃO + ABSOLUTO FIX + Iharol Gold	11,5	B	253	B	67
Média dos tratamentos (2-15) com fungicida	11,8		252		
C.V. (%) ³	15,8		11,3		
R ² (%) ⁴	96		98		
Pr > F ⁵	<.0001		<.0001		
DMS ⁶	9,3		187		

¹Resultados sumarizados na safrinha de 2023. Mancha branca. Médias seguidas da mesma letra, em cada coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). N = número de ensaios; ²Eficiência de controle porcentual comparado ao tratamento testemunha por meio da AACPD; ³Coefficiente de variação (CV); ⁴Coefficiente de determinação (R^2); ⁵Probabilidade de significância do teste F ($Pr > F$); ⁶Diferença mínima significativa (DMS).

Os tratamentos testados com aplicações de misturas duplas, misturas triplas, associadas ou não a fungicidas multissítios apresentaram eficiência de controle variando de 61% no tratamento 3, controle positivo Unizeb Gold, a 71% nos tratamentos 5 (Fox Xpro), 10 (Viovan + Controller) e 14 (Ozean + Previnil) (Tabela 6).

Todos os tratamentos com aplicação de fungicida

destacaram-se por apresentar produtividade superior à do tratamento testemunha, sem fungicida. A produtividade média dos tratamentos com fungicida foi 6.276 kg ha⁻¹ comparada a 5.111 kg ha⁻¹ do tratamento sem fungicida. A manutenção de produtividade nos tratamentos com aplicação de fungicida variou de 16% no tratamento 2, controle positivo Abacus, a 28% no tratamento 13, Helmstar Plus + Previnil comparado ao tratamento testemunha (Tabela 7).

Tabela 7. Produtividade e manutenção de produtividade (MP) em cada tratamento em função de mancha branca. Milho safrinha de 2023¹.

Tratamento	Produtividade (kg ha ⁻¹)	MP ² (%)
N = 3		
1 TESTEMUNHA (Controle Negativo, sem fungicida)	5.111	B 0
2 ABACUS HC + Mees (Controle Positivo, sítio específico)	5.925	A 16
3 UNIZEB GOLD (Controle Positivo, multissítio)	6.106	A 19
4 PREVINIL (Controle Positivo, multissítio)	6.008	A 18
5 FOX XPRO + Aureo	6.397	A 25
6 ORKESTRA SC + Mees	6.005	A 17
7 MELYRA (BAS 751 01 F) + Mees	6.139	A 20
8 TRIDIUM + Strides	6.399	A 25
9 APROACH POWER + CONTROLLER NT	6.342	A 24
10 VIOVAN + CONTROLLER NT	6.510	A 27
11 TAMIZ + TROIA + Agris	6.396	A 25
12 VITENE + ECHO + Assist	6.479	A 27
13 HELMSTAR PLUS + PREVINIL + Ochima	6.550	A 28
14 OZEAN (HDB 182) + PREVINIL + Ochima	6.360	A 24
15 FUSÃO + ABSOLUTO FIX + Iharol Gold	6.242	A 22
Média dos tratamentos (2-15) com fungicida	6.276	
C.V. (%) ³	8,7	
R ² (%) ⁴	90	
Pr > F ⁵	<0,0001	
DMS ⁶	616,0	

¹Resultados sumarizados na safrinha de 2023. Mancha branca. Médias seguidas da mesma letra, em cada coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). N = número de ensaios; ²Manutenção de produtividade comparado ao tratamento testemunha sem fungicida devido à proteção da área foliar sadia; ³Coeficiente de variação (CV); ⁴Coeficiente de determinação (R²); ⁵Probabilidade de significância do teste F (Pr > F); ⁶Diferença mínima significativa (DMS).

Considerações finais

Os resultados sumarizados dos ensaios cooperativos da eficiência de controle e manutenção de produtividade para doenças foliares do milho safrinha de 2023 permitiram observar que:

- Maior severidade de doenças foliares reduziu a produtividade do milho. O uso dos fungicidas foliares promoveu a manutenção do potencial produtivo nos híbridos suscetíveis.

- Para múltiplas doenças foliares, houve maior eficiência de controle de 66% e manutenção de produtividade de 22% comparado ao tratamento testemunha sem fungicida, e menor eficiência de controle e manutenção de produtividade de 49% e 10%, respectivamente.

- Para helmintosporioses (mancha de bipolaris e/ou mancha de túrcicum), houve maior eficiência de controle de 70% e manutenção de produtividade de 20% comparado ao tratamento testemunha sem fungicida, e menor eficiência de controle e manutenção de produtividade de 39% e 9%, respectivamente.

- Para mancha branca, houve maior eficiência de controle de 71% e manutenção de produtividade de 28% comparado ao tratamento testemunha sem fungicida, e menor eficiência de controle e manutenção de produtividade de 61% e 16%, respectivamente.

- Integração é a premissa básica do manejo de manchas e ferrugens do milho. Estudos elucidando a interação entre a resistência genética de híbridos, épocas de semeadura e

programas de aplicações de fungicidas foliares devem ser melhor explorados para fornecer informações que ajudem no planejamento e uso de medidas integradas de controle.

Agradecimentos

Os autores são agradecidos a todos os membros das Instituições parceiras por suportarem esta rede nacional de pesquisa cooperativa na safrinha de 2023, em especial Abramilho, FAPEAGRO, RFT Rede Fitossanidade Tropical, BASF, BAYER, CORTEVA, HELM, IHARA, SipcamNichino, Sumitomo Chemical, UPL, 3M, Agrodinâmica, AgroEnsaio, Agronunes, ALX Farias, APTA/IAC-IB, Assist, CPA/Copacol, Ceres, Desafios Agro, EPAMIG, Embrapa Milho e Sorgo, Famiva, Fundação Rio Verde, Fundação MS, Fundação Chapadão, Fundação MT, G12 Agro, IDR-Paraná, JuliAgro/UFU, Proteplan, Rural Técnica, Staphyt, TAGRO, UEL/ALS Pesquisa, UFLA e UniRV/CPA.

Referências bibliográficas

AGROFIT. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2022. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 5 dezembro 2021.

BAMPI, D.; CASA, R. T.; WORDELL FILHO, J. A.; KUHNEM JUNIOR, P. R.; PILETTI, G. Relação entre a mancha-de-macróspora na folha da espiga e o rendimento e a sanidade de grãos de milho. In:

REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 8., 2011, Chapecó. Anais [...]. Chapecó: Epagri, 2011.

BRAGA, K. Quantificação de danos e desempenho de fungicidas no controle da mancha branca do milho: uma metanálise. Tese Universidade Estadual de Londrina, 2022.

CARVALHO, R.V.; PEREIRA, O.A.P.; CAMARGO, L.E.A. Doenças do milho (*Zea mays* L.). In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E. A. Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas. 5ed. São Paulo: Ceres, 2016. v.2, p.549-560.

CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S.; PINTO, N.F.J.A. Doenças na cultura do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, 83, 2006. 14p.

COSTA, R.V.; COTA, L.V. Controle químico de doenças na cultura do milho: aspectos a serem considerados na tomada de decisão sobre aplicação. Sete Lagoas: Embrapa-CNMS, Circular Técnica, 125, 2009, 11p.

COSTA, R. V. da.; COTA, L. V.; SILVA, D. D. da.; LANZA, F. E.; FIGUEIREDO, J. E. F. Eficiência de fungicidas para o controle da mancha branca do milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v.11, n.3, p.291-301, 2012.

COSTA, R. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; PARREIRA, D. F.; ROCHA, L. M. P.; GUIMARÃES, L. J. M.; GUIMARÃES, P. E.; PARENTONI, S. N.; MACHADO, J. R. A. Epidemias severas da ferrugem políssora do milho na Região Sul do Brasil na safra 2009/2010. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 6 p. (Circular Técnica, 138).

COTA, L. V.; COSTA, R. V.; SILVA, D. D.; LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, D. P.; MACHADO, J. R.; MENDONÇA, L. B. P.; SILVA, A. F.; TARDIN, F. D.; MEIRELLES, W. F. Monitoramento do Uso de Fungicidas na Cultura do Milho no Brasil, Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2018. 13p. (Circular Técnica, n. 249).

CUSTÓDIO, A. A. P.; MOREIRA, L. S. O.; FANTIN, L. H.; BRAGA, K.; CANTERI, M. G.; YADA, I. F. U. Eficiência de fungicidas para o controle da mancha branca do milho segunda safra 2016 e 2017. Londrina, PR: IAPAR, 2019. 38 p. (Boletim Técnico, n. 93).

CUSTÓDIO, A. A. P.; UTIAMADA, C. M.; MADALOSSO, T.; YADA, I. F. U.; COSTA, A. A.; SCHIPANSKI, C. M.; NAKASHIMA, C.; SONEGO, D. A.; BLAINSKI, A.; BETIOLI JUNIOR, A.; GARCIA, F. C.; SILVA, J. B. G. D.; ROY, J. M. T.; COSTA, J. M.; BRAGA, K.; FANTIN, L. H.; SATO, L. N.; CANTERI, M. G.; CARRÉ-MISSIO, V. Eficiência de fungicidas para o controle da mancha branca do milho segunda safra 2018 e 2019. Londrina, PR: IAPAR, 2019a. 34 p. (Boletim Técnico, n. 94).

CUSTÓDIO, A. A. P.; UTIAMADA, C. M.; MADALOSSO, T.; YADA, I. F. U.; COSTA, A. A.; SCHIPANSKI, C. M.; NAKASHIMA, C.; SONEGO, D. A.; BLAINSKI, A.; BETIOLI JUNIOR, A.; GARCIA, F. C.; SILVA, J. B. G. D.; ROY, J. M. T.; COSTA, J. M.; BRAGA, K.; FANTIN, L. H.; SATO, L. N.; CANTERI, M. G.; CARRÉ-MISSIO, V. Eficiência de fungicidas para o controle múltiplo de doenças foliares do milho segunda safra 2019. Londrina, PR: IAPAR, 2019b. 34 p. (Boletim Técnico, n. 95).

CUSTÓDIO, A. A. P.; UTIAMADA, C. M.; MADALOSSO, T.; YADA, I. F. U.; CAMPOS, H.D.; SILVA, D. D.; COSTA, R. V.; DUARTE, A.P.; DIAS, A.R.; MUHL, A.; COSTA, A. A.; SCHIPANSKI, C. M.; CHAGAS, D.F.; BARROS, E.; BLAINSKI, E.; MOREIRA, E.N.; MEDEIROS, F.L.C.; FANTIN, G.M.; GRIGOLLI, J.F.J.; NUNES JUNIOR, J.; BELUFI, L.M.; SATO, L.N.; MULLER, M.A.; TORMEN, N.R.; SILVA, J. B. G. D.; ROY, J. M. T.; COSTA, J. M.; BRAGA, K.; FANTIN, L. H.; SATO, L.

N.; CANTERI, M. G. Eficiência de fungicidas para o controle da mancha branca do milho segunda safra 2020. Londrina, PR: IDR-IAPAR, 2020. 40 p. (Boletim Técnico, n. 96).

CUSTÓDIO, A. A. P.; UTIAMADA, C. M.; MADALOSSO, T.; YADA, I. F. U.; CAMPOS, H.D.; SILVA, D. D.; COSTA, R. V.; DUARTE, A.P.; DIAS, A.R.; MUHL, A.; COSTA, A. A.; SCHIPANSKI, C. M.; CHAGAS, D.F.; BARROS, E.; BLAINSKI, E.; MOREIRA, E.N.; MEDEIROS, F.L.C.; FANTIN, G.M.; GRIGOLLI, J.F.J.; NUNES JUNIOR, J.; BELUFI, L.M.; SATO, L.N.; MULLER, M.A.; TORMEN, N.R.; SILVA, J. B. G. D.; ROY, J. M. T.; COSTA, J. M.; BRAGA, K.; FANTIN, L. H.; SATO, L. N.; CANTERI, M. G. Eficiência de fungicidas para o controle múltiplo de doenças foliares do milho segunda safra 2020. Londrina, PR: IDR-IAPAR, 2020a 38 p. (Boletim Técnico, n. 97).

FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P. Manejo de doenças na cultura do milho safrinha. Campinas: Ed. Instituto Agrônômico, 2009. 99p.

FANTIN, L.H.; SILVA, A.L.; CANTERI, M.G. Retorno Produtivo. Cultivar Grande Culturas, Pelotas, n.216, p.12-14, 2017.

FIGUEIREDO, J.E.F; PACCOLA-MEIRELES, L.D. Diagnóstico Molecular de *Pantoea ananatis* em Milho, Sorgo e Digitaria sp. Documentos 142. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2012. 19p.

HUSSAIN, H.; RAZIQ, F.; KHAN, I.; SHAH, B.; ALTAF, M.; ATTAULLAHULLAH, W.; NAEEM, A.; ADNAN, M.; JUNAID, K.; SHAH, S. R. A.; IQBAL, M. Effect of *bipolaris maydis* (Y. Nisik & C. Miyake) shoemaker at various growth stages of different maize cultivars. *Journal of Entomology and Zoology Studies, Delhi*, v. 4, p. 439-444, 2016.

MUELLER, D. S.; WISE, K. A.; DUFALT, N. S.; BRADLEY, C. A.; CHILVERS, M. I. *Fungicides for field crops*. St. Paul: Ed. APS Press, 2013. 112 p.

MUNKVOLD, G. P.; WHITE, D. G. *Compendium of corn diseases*. 4rd. ed. St. Paul: APS Press, 2016. 165p.

NEVES, D. L.; SILVA, C. N.; PEREIRA, C.B.; CAMPOS, H. D., TESSMANN, D. J. *Cercospora zeina* is the main species causing gray leaf spot in southern and central Brazilian maize regions. *Tropical plant pathology*, v.40, p. 368-374, 2015.

NUTTER JUNIOR, F. W.; JENCO, J. H. Development of critical-point yield loss models to estimate yield losses in corn caused by *Cercospora zea-maydis*. *Phytopathology, Saint Paul*, v. 82, n. 9, p. 994, sep. 1992.

PINTO, N. F. J. A. *Doenças do Milho*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.6, n.72, p.50-53, 1980.

PINTO, N. F. J. A.; DE ANGELIS, B.; HABE, M. H. Avaliação da eficácia de fungicidas no controle da cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*) na cultura do milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v.3, n.1, p.139-140, 2004.

RANE, M.S.; PAYAK, M.M.; RENFRO, B.L.A. Phaeosphaeria leaf spot of maize. Indian Phytopath. Soc. Bulletin, v.3, p.6-10, 1965.

REVISTA CULTIVAR. Milho: mercado de fungicidas cresce mais de quatro vezes desde a safra 2014-15. Disponível em: https://revistacultivar.com.br/noticias/milho-mercado-de-fungicidas-cresce-mais-de-quatro-vezes-desde-a-safra-2014-15?utm_medium=email. Acesso em: 29 jan. 2024.

ROCHA, M.G.C. Development and validation of a standard area diagram to assess corn gray leaf spot severity and foliar fungicide control efficacy. Dissertação Universidade Federal do Paraná Curitiba, 2023.

SABATO, E.O.; PINTO, N.F.J.A.; FERNANDES, F.T. Identificação e controle de doenças na cultura do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2013. 198p.

WARD, J. M. J.; LAING, M. D.; RIJKENBERG, F. H. J. Frequency and timing of fungicide application for the control of gray leaf spot in maize. Plant Disease, Saint Paul, v. 81, n. 1, p. 41-48, 1997.

WARD, J.M.J.; NOWELL, D.C. Integrated management for the control of maize gray leaf spot. *Integrated Pest Management Reviews*, The Netherlands v.3, p.1-12, 1998.

WEGULO, S. N.; MARTINSON, C. A.; RIVERA-C, J. M.; NUTTER JR., F. W. Model for economic analysis of fungicide usage in hybrid corn seed production. *Plant Disease*, St. Paul, v.81, n.4, p.415-422,1997.

WISE, K.; MUELLER, D.; SISSON, A.; SMITH, D.; BRADLEY, C.; ROBERTSON, A. *A farmer's guide to corn diseases*, St. Paul: APS Press, 2016. 161p.