

EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DA MANCHA BRANCA DO MILHO

segunda safra 2016 e 2017

Adriano Augusto de Paiva Custódio
Lucas Simas de Oliveira Moreira
Lucas Henrique Fantin
Karla Braga de Oliveira
Marcelo Giovanetti Canteri
Inês Fumiko Ubukata Yada



CARLOS MASSA RATINHO JÚNIOR
Governador do Estado do Paraná

NORBERTO ANACLETO ORTIGARA
Secretário da Agricultura e do Abastecimento

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR

NATALINO AVANCE DE SOUZA
Diretor-Presidente Interino

RAFAEL FUENTES LLANILLO
Diretor de Pesquisa

VANIA MODA-CIRINO
Diretora de Inovação e Transferência de Tecnologia

ALTAIR SEBASTIÃO DORIGO
Diretor de Administração e Finanças
Diretor de Gestão de Pessoas

EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DA MANCHA BRANCA DO MILHO

segunda safra 2016 e 2017

Adriano Augusto de Paiva Custódio

Lucas Simas de Oliveira Moreira

Lucas Henrique Fantin

Karla Braga de Oliveira

Marcelo Giovanetti Canteri

Inês Fumiko Ubukata Yada



INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ

Londrina

2019



IAPAR INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ

COMITÊ EDITORIAL

Luciano Grillo Gil – Coordenador
Solange Monteiro de Toledo Piza Gomes Carneiro
Telma Passini
Álison Néri

EDITOR EXECUTIVO

Álison Néri

DIAGRAMAÇÃO/CAPA

MultCast

FOTO CAPA

Adriano Augusto de Paiva Custódio

REVISÃO

MultCast
Álison Néri

DISTRIBUIÇÃO

Área de Negócios Tecnológicos – ANT
comercial@iapar.br | (43) 3376-2398

TIRAGEM: 2.500 exemplares

Trabalho realizado em parceria com a Fundação de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento do Agronegócio (FAPEAGRO).



Todos os direitos reservados.

É permitida a reprodução parcial, desde que citada a fonte.

É proibida a reprodução total desta obra.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

E27 Eficiência de fungicidas no controle da mancha branca do milho segunda safra 2016 e 2017 / Adriano Augusto de Paiva Custódio... [et al.] – Londrina, PR: IAPAR, 2019.
38 p. : il. ; 15,5 x 21,5 cm – (Boletim Técnico; n. 93)

Inclui bibliografia
ISSN 0100-3054

1. *Zea mays*. 2. Doenças foliares. 3. Paraná. 4. Ganho de produtividade. 5. Cooperação técnica. I. Custódio, Adriano Augusto de Paiva. II. Moreira, Lucas Simas de Oliveira. III. Fantin, Lucas Henrique. IV. Oliveira, Karla Braga de. V. Canteri, Marcelo Giovanetti. VI. Yada, Inês Fumiko Ubukata. VII. Série.

CDD 633.159

Impresso no Brasil / Printed in Brazil

2019

AUTORES

Adriano Augusto de Paiva Custódio

Engenheiro-agrônomo

Doutor em Fitopatologia

Pesquisador da Área de Fitopatologia

IAPAR - Londrina

custodio@iapar.br

Lucas Simas de Oliveira Moreira

Engenheiro-agrônomo

Especialista em Agronomia

Chefe da Fazenda Experimental

Coamo Agroindustrial Cooperativa – Campo Mourão

lmoreira@coamo.com.br

Lucas Henrique Fantin

Engenheiro-agrônomo

Mestre em Fitopatologia

Bolsista do Programa de Pós-Graduação em Agronomia

UEL - Londrina

fantinagro@gmail.com

Karla Braga de Oliveira
Engenheira-agrônoma
Mestre em Fitopatologia
Bolsista do Programa de Pós-Graduação em Agronomia
UEL - Londrina
karlabraga92@gmail.com

Marcelo Giovanetti Canteri
Engenheiro-agrônomo
Doutor em Fitopatologia
Professor do Departamento de Agronomia
UEL - Londrina
canteri@uel.br

Inês Fumiko Ubukata Yada
Matemática
Mestre em Estatística e Experimentação Agronômica
Analista em Ciência e Tecnologia
Área de Biometria
IAPAR - Londrina
inesyada@iapar.br

AGRADECIMENTOS

Aos membros da equipe técnica do Programa Milho (PMI) do IAPAR, pelo empenho e dedicação na condução dos trabalhos, em especial para Antônio Alves Ferreira, Dionathan Willian Lujan, Dirceu Duarte de Araújo, João Bosco de Oliveira, Luiz Gustavo dos Santos e Roberto Ribeiro dos Santos.

Aos pesquisadores do PMI/IAPAR, M.Sc. Alberto Sérgio do Rêgo Barros, M.Sc. Antônio Carlos Gerage, Dr. Deoclécio Domingos Garbuglio, Dr. Pedro Mário de Araújo, M.Sc. Pedro Sentaro Shioga e Dr. Rodolfo Bianco, por compartilharem suas experiências profissionais.

Ao Líder do PMI/IAPAR, Dr. Rodolfo Bianco, pelo total apoio durante o desenvolvimento deste trabalho e pela sua liderança nos últimos 21 anos.

À equipe técnica da Área de Fitopatologia do IAPAR, pela valiosa contribuição no desenvolvimento dos trabalhos, em especial para Leandro Camargo Borsato e Márcio Vasconcelos Nunes.

Ao pesquisador Dr. Rui Pereira Leite Jr., pelas valiosas críticas e sugestões visando ao aprimoramento deste Boletim Técnico.

Aos pesquisadores Dr. Anderson de Toledo e Dr. Tiago Pellini, por apoiarem a estruturação deste trabalho durante sua gestão na Diretoria de Pesquisa do IAPAR.

À atual diretoria do IAPAR, por viabilizar a continuidade deste projeto.

Aos servidores da Diretoria de Inovação e Transferência de Tecnologia do IAPAR, pelo comprometimento objetivando

a implementação desta iniciativa de trabalho, em especial para Célio César Giacomini, Edmilson Gonçalves Liberal, Lígia Deise Rodrigues Ferraz, Paula Daniela Munhoz, Paulo Vicente Contador Zaccheo e Ronaldo Rosseto.

Ao pesquisador da Área de Solos do IAPAR, Dr. João Henrique Caviglione, por elaborar o mapa dos municípios no Estado do Paraná.

A todos os membros do Comitê Editorial do IAPAR, em especial ao editor executivo Álisson Néri, pelo comprometimento e disponibilidade sempre pronta e imediata para viabilizar esta publicação.

À equipe técnica da FAPEAGRO, pelo suporte prestado no desenvolvimento deste trabalho, em especial à Alessandra Neves Custódio, Bruna Rossi da Cruz e Heitor Rossito Néia.

A todos os membros da equipe técnica da Fazenda Experimental da Coamo Cooperativa Agroindustrial, pela valiosa cooperação, por permitirem a publicação deste Boletim Técnico e por todo o suporte prestado neste trabalho, em especial para Aldenide Guedes Filho, Cristiano Kosinski, Marcelo Sumiya e Valdair Luiz dos Santos Braga.

A todos os colegas de trabalho das empresas de proteção de cultivos, pela valiosa colaboração e troca de experiências profissionais visando ao avanço do entendimento e controle de doenças na cultura do milho no Paraná.

Aos engenheiros-agrônomo Joaquim Mariano Costa e Taurino Alexandrino Loiola, pelas orientações profissionais e encorajamento objetivando disponibilizar informações para a assistência técnica e melhorar a rentabilidade do produtor.

Muito obrigado.

PREFÁCIO

O uso de fungicidas para controlar as principais doenças foliares endêmicas na cultura do milho segunda safra é uma realidade estabelecida em lavouras paranaenses. No entanto, trabalhos realizados pelo Instituto Agronômico do Paraná, na região Norte Central, e pela Coamo Agroindustrial Cooperativa, na região Centro-Occidental do Estado, chamaram a atenção de pesquisadores devido à baixa eficiência de controle apresentada por alguns fungicidas.

Esta importante estratégia de manejo é amplamente empregada para proteger o potencial produtivo dos híbridos, garantindo rentabilidade ao produtor. Portanto, diante das perdas e danos ocasionadas por doenças e das respostas promissoras dos fungicidas foliares na cultura, existe a necessidade eminente de se conhecer a eficiência de controle dos grupos químicos, o ganho de produtividade e seu uso racional para aquelas doenças foliares restritivas ao agronegócio do milho.

Esta publicação apresenta algumas informações sobre a eficiência de fungicidas para o controle da mancha branca do milho na segunda safra 2016 e 2017. Ainda, chama a atenção para o posicionamento adequado de fungicidas com eficiência superior e a necessidade de modernização dos ingredientes ativos e misturas para a cultura.

Este Boletim Técnico pretende ser a primeira de uma série de publicações destinadas aos profissionais da assistência técnica com o objetivo de conhecerem a eficiência de controle e o ganho de produtividade do uso de fungicidas no milho segunda safra.

Os autores

As informações apresentadas nesta publicação não representam qualquer recomendação de controle em lavouras ou algum tipo de certificação. É de inteira responsabilidade legal do técnico recomendante e do aplicador ler e seguir todos os direcionamentos da bula dos fabricantes de defensivos agrícolas.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
MANCHA BRANCA DO MILHO.....	11
FUNGICIDAS EM MILHO.....	13
MATERIAL E MÉTODOS	17
RESULTADOS	21
CONCLUSÃO	33
CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS.....	34

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é um dos principais cereais cultivados no mundo. No ano de 2018 foram produzidas cerca de 1.054 milhões de toneladas. Estados Unidos, China e Brasil são responsáveis por aproximadamente 65 % da produção mundial deste cereal. Dentre eles, apenas o Brasil é capaz de cultivar o milho em duas safras consecutivas em um mesmo ano, conhecidas como milho primeira safra e segunda safra (safrinha). Em ambas as safras, no período 2018/2019, foram produzidas 99,3 milhões de toneladas, provenientes de aproximadamente 17,3 milhões de hectares (CONAB, 2019). Na primeira safra, foram produzidas 26,3 milhões de toneladas em 4,9 milhões de hectares e, na segunda safra, 73,1 milhões de toneladas em 12,3 milhões de hectares (CONAB, 2019). O milho é um dos principais cereais cultivados no Paraná. Esta *commodity* se destina principalmente à composição de rações para animais, consumo humano e, mais recentemente, à geração de bioenergia.

A evolução e o desenvolvimento de novas técnicas de manejo da cultura, como o sistema plantio direto, a correção da fertilidade do solo, o zoneamento agrícola de risco climático, o manejo integrado de pragas e o desenvolvimento de híbridos adaptados para condições específicas brasileiras são alguns dos fatores que contribuíram para o aumento da produtividade e da sustentabilidade da cultura. Graças ao avanço tecnológico em sistemas de manejo e à área cultivada, a importância da segunda safra cresceu exponencialmente nos últimos anos, tornando-se a principal safra de milho brasileira. Entre estas tecnologias, destacam-se o uso crescente de fungicidas (PINTO, 1997; 2004) com o objetivo de garantir a produtividade da cultura (MADALOSSO; TESTON; FÁVERO, 2017).

Concomitantemente, danos abióticos, ocasionados na cultura por variações climáticas, e danos bióticos, ocasionados por doenças, têm emergido na mesma velocidade. Estas ameaças fitossanitárias causadas por fungos, bactérias, mollicutes, vírus e nematoides (FANTIN; DUARTE, 2009; MUNKVOLD; WHITE, 2016; LEITE

JÚNIOR et al., 2019) estão entre os principais desafios atualmente enfrentados por produtores de milho segunda safra.

O potencial produtivo das lavouras de milho é fortemente influenciado pela ocorrência de severas epidemias de doenças foliares, especialmente em híbridos suscetíveis. Na região Sul do país, epidemias de doenças são típicas em anos de ocorrência do fenômeno *El Niño*, caracterizados por chuvas frequentes e bem distribuídas, especialmente no milho segunda safra. Nestas condições, danos porcentuais ocasionados por doenças foliares como a mancha branca (> 60 %), mancha de cercóspora ou cercosporiose (> 80 %), mancha de turcicum ou helmintosporiose comum (> 50 %) e ferrugem polissora (> 50 %) (REIS; CASA; REIS, 2004; FANTIN; DUARTE, 2009) têm sido limitantes da produtividade.

A mancha branca do milho, causada pelo complexo microbiano *Phaeosphaeria maydis* (RANE et al., 1966; FANTIN, 1994) e *Pantoea ananatis* (PACCOLA-MEIRELLES et al., 2001; GONÇALVES et al., 2013), vem ocorrendo no país desde os anos 1990. Entretanto, a partir de 2010, os danos causados pela doença têm aumentado, principalmente em cultivos de segunda safra e em regiões com clima ameno. Com o aumento da área cultivada de segunda safra, a ocorrência da mancha branca tem se tornado um fator limitante para a produção sustentável do milho.

O Instituto Agronômico do Paraná tem como uma de suas missões estratégicas a geração de informações técnicas através de cooperação com entidades do setor agrícola, públicas e privadas, ligadas ao agronegócio do milho. O objetivo é gerar, validar, difundir e transferir tecnologias, desenvolvendo modelos intensivos e diversificados de produções agrícolas cada vez mais eficientes e sustentáveis para a agricultura do Paraná.

Neste contexto, são necessárias pesquisas de qualidade que abranjam as diversas regiões edafoclimáticas do Estado e que forneçam informações regionalizadas para técnicos e produtores. O uso de fungicidas no manejo das principais doenças foliares na cultura do milho segunda safra é uma realidade estabelecida nas lavouras paranaenses. No Brasil, este também é um dos principais métodos

de controle atualmente empregados para proteger os crescentes potenciais produtivos dos híbridos após o estabelecimento da cultura. Desta maneira, é fundamental determinar a eficiência de controle e o ganho de produtividade dos fungicidas atualmente recomendados para as doenças em milho. Estas informações se tornam altamente relevantes em regiões específicas do Paraná com diferenças no potencial produtivo e na ocorrência de doenças.

Diferentemente de culturas de lavoura como soja, trigo e feijão, o uso de fungicidas em milho no Brasil é relativamente recente. Conhecimentos regionais como, por exemplo, o número de aplicações, o número de princípios ativos ou grupos químicos utilizados por aplicação, o momento da aplicação nos estádios vegetativos e reprodutivos do milho e a eficiência de controle dos diferentes ingredientes ativos utilizados para manejar problemas específicos são importantes informações que, ainda, são escassas e não padronizadas no Paraná. Desta maneira, na segunda safra 2016 foi iniciado um projeto piloto cooperativo entre profissionais do Programa de Pesquisa Milho do IAPAR, em Londrina - PR, e da Fazenda Experimental da Coamo, em Campo Mourão - PR. O objetivo deste trabalho foi obter informações técnicas da eficiência de controle e o ganho de produtividade do uso de fungicidas para controle da mancha branca do milho.

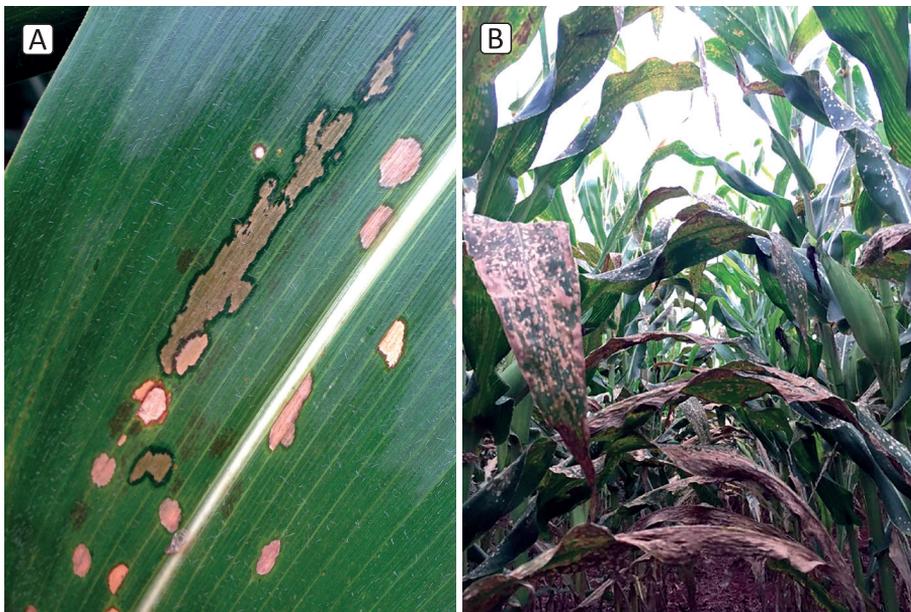
MANCHA BRANCA DO MILHO

Os sintomas iniciais da doença se caracterizam por manchas foliares de formato circular a oval e pouco irregulares, com diâmetro de 0,3 cm a 2 cm. Inicialmente, as lesões apresentam aspecto encharcado de coloração verde oliva. Posteriormente (Figura 1), as lesões coalescem e apresentam aspecto necrótico e coloração palha (FANTIN, 1994; REIS; CASA; REIS, 2004; FANTIN; DUARTE, 2009).

A mancha branca tem início normalmente nas folhas do terço inferior da planta, próximas ao solo, progredindo rapidamente para as folhas do terço médio e superior. Maior severidade de sintomas pode ser observada após o estágio de pendramento do milho e durante o enchimento de grãos. Sob condições de ocorrência seve-

ra, a doença pode ser observada também nas brácteas da espiga (COSTA et al., 2012). Em condições de campo, as lesões da mancha branca normalmente não ocorrem no início do estabelecimento da cultura, nos estádios de plântulas (COSTA et al., 2012).

Danos econômicos causados pela mancha branca são dependentes principalmente da suscetibilidade do híbrido associada ao cultivo em regiões com temperaturas amenas ($< 25\text{ }^{\circ}\text{C}$) e alta umidade relativa do ar ($> 70\%$) (FANTIN; DUARTE, 2009). Segundo Carson (2005), para cada 1 % de aumento da severidade da mancha branca no estágio R5 do milho, ocorre redução de 0,23 % na produtividade e de 0,16 % no peso dos grãos.



Fonte: Adriano Augusto de Paiva Custódio e Lucas Simas de Oliveira Moreira (2019)

Figura 1. Sintomas típicos de mancha branca do milho. A) Lesões em fase inicial (anasarca) e final, apresentando aspecto necrótico e coloração palha; B) Alta severidade de mancha branca em híbrido altamente suscetível.

Em São Paulo, Fantin e Duarte (2009) realizaram estudo de correlação entre a produtividade de milho segunda safra em função da severidade desta doença. Os autores observaram redução média de 1.933 kg ha⁻¹ na produtividade em cultivares de maior suscetibilidade, com severidade superior a 25 %. O grupo de híbridos mais resistentes apresentou severidade inferior a 1 % (FANTIN; DUARTE, 2009). Segundo Cota et al. (2013), se não controlada, a mancha branca pode causar reduções na produtividade de até 60 % em híbridos suscetíveis.

Estratégias integradas de manejo da doença abrangem medidas que podem ser implementadas antes e após a implantação da cultura. Antes da implantação, e com base no histórico da área ou região, as principais medidas de manejo compreendem o uso de híbridos resistentes ou tolerantes, a rotação de culturas com espécies não hospedeiras dos patógenos, o uso de sementes certificadas e livres dos patógenos e a escolha da melhor época de semeadura (FANTIN; DUARTE, 2009). Após o estabelecimento da cultura, durante os estádios fenológicos vegetativos e reprodutivos do milho, as medidas que podem ser tomadas envolvem o uso de fungicidas de eficiência superior no controle da doença. É importante destacar que o controle da mancha branca com aplicações de fungicidas deve ser adotado dentro de um sistema integrado de manejo da doença. Para isso, o monitoramento da área, a diagnose correta e a quantificação da doença são aspectos primordiais para identificar com precisão a ocorrência de problemas nas lavouras e a necessidade de aplicação. Portanto, para obtenção de maior efetividade em campo é necessário conhecer os fungicidas com eficiência superior e também o ganho de produtividade dos diferentes grupos químicos, objetivando o uso racional destes produtos.

FUNGICIDAS EM MILHO

O uso de compostos químicos no controle de doenças em plantas ocorreu muito antes de se conhecerem as verdadeiras causas das doenças. Relatos indicam que no ano 1000 a.C. os gregos já uti-

lizavam enxofre (fungicida multissítio) para controlar enfermidades. Contudo, apenas entre 1600 e 1800 d.C. produtos à base de enxofre e de cloreto de sódio passaram a ser comercializados para controle de doenças (SILVA JÚNIOR; BEHLAU, 2019).

Posteriormente, em 1885, na França, o desenvolvimento da calda bordalesa, um fungicida multissítio preparado a partir da mistura de sulfato de cobre e cal hidratada, impulsionou os estudos de novos compostos para o controle de doenças de plantas, sendo o formaldeído considerado o primeiro fungicida sintetizado quimicamente em laboratório (SILVA JÚNIOR; BEHLAU, 2019).

A partir da década de 1930, fungicidas multissítios orgânicos, como os ditiocarbamatos zinebe, tiram e manebe, foram desenvolvidos e introduzidos no mercado. Além disso, produtos à base de estanho também passaram a ser utilizados no controle de doenças. Na década de 1960, o aumento da produtividade das culturas, impulsionado pela revolução verde, acelerou as pesquisas visando à obtenção de novos compostos, como a carboxina e a oxicarboxina. Estes fungicidas específicos são responsáveis pela inibição da respiração mitocondrial de fungos no complexo II da succinato desidrogenase (SDHI). Outros fungicidas também foram desenvolvidos, como os inibidores da biossíntese de tubulina (MBC) benomil e tiabendazol, e os inibidores da biossíntese de esterol na desmetilação (DMI) propiconazol, bitertanol, triadimefon e triadimenol. Fungicidas inibidores da respiração mitocondrial no complexo III da quinina externa (grupo das estrobilurinas, QoI) foram introduzidos no mercado na década de 1990 (FRAC, 2019; SILVA JÚNIOR; BEHLAU, 2019).

Em milho, o controle de doenças com aplicação de fungicidas é relativamente recente. Estudos mencionam que fungicidas protetores foram utilizados em escala comercial na década de 1980 para controle de cercosporiose (WARD; NOWELL, 1998). Contudo, apenas na década de 1990 os fungicidas passaram a ser efetivamente utilizados no controle de doenças do milho em vários países, como Estados Unidos e África do Sul (WARD et al., 1997; WEGULO et al., 1997).

No Brasil, até o final da década de 1990, a ocorrência de epidemias de doenças foliares em milho era baixa devido à cultura apresentar alta rusticidade (PINTO, 1997; COTA et al., 2013). O uso efetivo de fungicidas em grandes áreas comerciais no Brasil passou a ser realizada apenas no início dos anos 2000, com os primeiros fungicidas registrados para controle de doenças (PINTO, 2004). Isto ocorreu principalmente devido aos surtos epidêmicos de cercosporiose no Sudoeste de Goiás na primeira safra 1999/2000 e na segunda safra 2000 (FANTIN; DUARTE, 2009). No entanto, a intensificação do uso de fungicidas em áreas comerciais de milho no Brasil e o aumento do portfólio de produtos comerciais registrados ocorreram a partir de 2005.

Concomitante ao desenvolvimento econômico da cultura, a migração espaço-temporal de semeadura em diferentes regiões do país, especialmente no bioma Cerrado, e as modificações das técnicas de cultivo, houve significativo incremento da ocorrência de doenças foliares, impulsionando o uso de fungicidas em milho (FANTIN; DUARTE, 2009). Também houve incremento no número de fungicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Em 2013, havia cerca de 30 fungicidas registrados para a cultura, visando ao controle das principais doenças foliares em milho (COTA et al., 2013). Em 2019, 126 fungicidas estavam registrados, representando um incremento de 320 % em apenas seis anos (BRASIL, 2019). No entanto, a maior diversidade de princípios ativos destes fungicidas disponíveis e utilizados pelos produtores são do grupo químico dos triazóis (51,7 %), especialmente os ativos epoxiconazol (22,1 %), ciproconazol (11,7 %) e propiconazol (10,2 %), e do grupo das estrobilurinas (37,0 %), particularmente os ativos piraclostrobina (14,5 %) e azoxistrobina (12,9 %) (COTA et al., 2018). A menor diversidade disponível e utilizada pelos produtores são do grupo químico dos benzimidazóis (6,9 %), ditiocarbamato (3,4 %) e carboxamida (0,9 %) (COTA et al., 2018). Desta maneira, é possível observar que o uso de fungicidas sítios específicos pelos produtores representou 96,2 %, distribuídos em quatro grupos químicos.

Por outro lado, o uso de fungicidas multissítios representou apenas 3,4 %, concentrados em um único grupo químico (COTA et al., 2018).

Fantin, Silva e Canteri (2017) reuniram artigos publicados sobre aplicações de fungicidas em milho de primeira ou segunda safra, de 2007 a 2013. Em sua maioria, o controle de doenças foliares de milho foi realizado por aplicações de produtos compostos por moléculas de ingredientes ativos simples ou misturas duplas do grupo químico dos triazóis e das estrobilurinas. Além disso, os autores observaram por meio da metanálise maior probabilidade (95,2 %) de aumento da produtividade quando ocorreu o uso de fungicidas comparado à testemunha sem aplicação. Houve probabilidade de 96,1 % e de 44 % de acréscimo de 600 kg ha⁻¹ com uso de duas aplicações ou uma aplicação, respectivamente (FANTIN; SILVA; CANTERI, 2017). Entretanto, segundo Cota et al. (2018), nas safras de 2015 e de 2017, a média de aplicações de fungicidas passou para duas na primeira safra e uma na segunda safra. Os autores relataram que 73,6 % dos agricultores fizeram uma ou duas aplicações de fungicidas em milho e que os produtos eram formados por misturas duplas (69,8 %) e até misturas triplas (19,5 %) de ingredientes ativos (COTA et al., 2018). Devido ao uso em larga escala destes produtos em agroecossistema brasileiro, também é possível que populações de patógenos resistentes estejam selecionadas para um ou mais grupos químicos de fungicidas específicos (FRAC, 2019).

A eficiência de diferentes grupos de fungicidas para controlar doenças foliares do milho é constantemente avaliada em regiões produtoras de países de clima temperado, como os Estados Unidos (WISE, 2017). Porém, isso se torna mais crítico em países de clima subtropical e tropical (WARD; LAING; RIJKENBERG, 1997) como o Brasil, devido à maior taxa de progresso das doenças, o que representa um sério risco à seleção de patógenos resistentes a fungicidas em duas safras consecutivas de milho por ano. Alguns estudos já foram realizados para conhecer a eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares de milho (PINTO, 1997; 2004; MADALOSSO; TESSON; FÁVERO, 2017; COTA et al., 2018). No entanto, estes ensaios de campo foram realizados em poucas localidades produtoras de milho

dos biomas Mata Atlântica ou Cerrado brasileiros, e foram conduzidos majoritariamente com ingredientes ativos formados por molécula simples ou mistura dupla. Além disso, estes estudos não foram realizados com todas as opções de grupos químicos de fungicidas modernos e suas associações de sítio específico e multissítio menos agressivos ao homem e ao meio ambiente (BOMFETI et al., 2007; COSTA et al., 2012; PEDRO et al., 2012; MANFROI et al., 2016). Atualmente, existem disponíveis no mercado fungicidas sintéticos compostos de mistura dupla e tripla de ingredientes ativos utilizados em culturas de lavouras (BRASIL, 2019). Ainda, o setor de biodefensivos têm disponibilizado fungicidas microbiológicos como novas ferramentas promissoras no controle de doenças em sistemas agrícolas e que não foram validadas em milho.

Outro ponto que merece ser destacado é que existem frequentes questionamentos sobre o ganho de produtividade quando do uso de fungicidas em diferentes severidades de doenças (MALLOWA et al., 2015). Neste contexto, existe no Paraná, e em diferentes regiões do Brasil, a eminente necessidade de se estudar estratégias e programas de controle de doenças para o aprimoramento do uso de fungicidas em milho segunda safra.

MATERIAL E MÉTODOS

No campo, as doenças foliares ocorreram naturalmente, sem a realização de inoculações artificiais. Em cada ano, na segunda safra 2016 e 2017, os ensaios foram implantados em duas épocas e em dois locais do bioma Mata Atlântica, em Londrina - PR e em Campo Mourão - PR, totalizando oito ensaios (Figura 2). As semeaduras foram realizadas com milho híbrido simples comercial, de ciclo superprecoce, geneticamente modificado a insetos e herbicidas e altamente suscetível à mancha branca. As semeaduras foram realizadas nos meses de fevereiro e março de cada ano, de acordo com a recomendação do zoneamento agrícola de risco climático para a segunda safra de milho no Paraná (BRASIL, 2016).

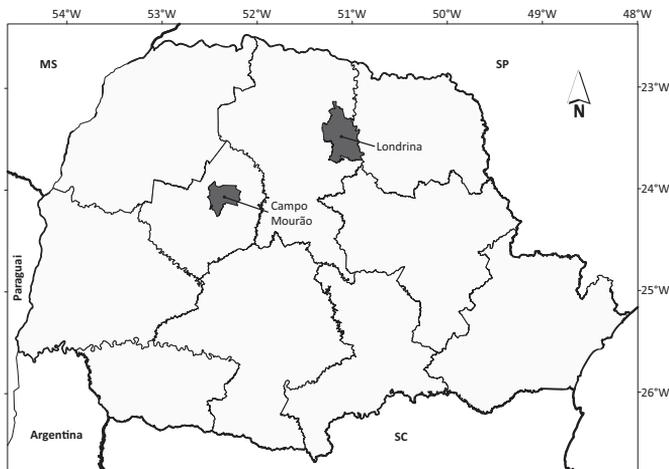


Figura 2. Localidade dos municípios no Estado do Paraná com ensaios implantados. Milho segunda safra 2016 e 2017.

A parcela experimental foi composta por quatro linhas de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,9 m, com densidade média de cinco plantas úteis por metro linear após o desbaste. Para evitar deriva de fungicidas no momento das aplicações, foi mantida distância de 0,9 m entre as laterais e 0,5 m entre as extremidades de cada parcela. Assim, a parcela experimental teve 27 m² (4,5 m x 6 m) de área total e 9 m² (1,8 m x 5 m) de área útil. Para estimar a produtividade, foram colhidas as espigas de todas as plantas das duas linhas centrais de cada área útil da parcela. Para efeito de bordadura, visando reduzir problemas de acamamento e quebraamento de plantas das parcelas ocasionados por ventos fortes, foi instalada uma faixa de 5 m de milho ao redor dos ensaios.

Os tratos culturais do campo experimental foram realizados conforme as recomendações técnicas para a cultura (BORÉM; GALVÃO; PIMENTEL, 2015). Porém, para favorecer o desenvolvimento da mancha branca foram realizadas duas adubações nitrogenadas em cobertura, sendo a primeira aos 15 dias e a segunda aos 30 dias após a emergência das plantas, utilizando-se 125 kg ha⁻¹ de ureia em cada aplicação (DORNELAS et al., 2015).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições em Londrina e quatro em Campo Mourão. Nos tratamentos experimentais foram incluídos fungicidas registrados para a cultura, além da testemunha sem fungicida. A dose utilizada foi a indicada pelo fabricante (Tabela 1).

Visando cobrir todos os estádios fenológicos vegetativos e reprodutivos do milho para testar os fungicidas registrados, foram realizadas três aplicações sequenciais em períodos-chave de maior ocorrência de doenças, com intervalos entre aplicações de, no mínimo, 14 dias e, no máximo, 18 dias. Assim, as aplicações foram realizadas nos seguintes estádios vegetativos (V) e reprodutivos (R) do milho (ABENDROTH et al., 2011): primeira aplicação em V8 (8 folhas), segunda em pré-pendoamento em V11 (11 folhas) e terceira em pós-pendoamento em R2 (10 dias após a emissão completa do pendão, após a polinização).

Neste trabalho, os fungicidas foram avaliados individualmente, em aplicações sequenciais, para que fosse possível determinar a eficiência de controle. Os fungicidas foram aplicados com pulverizador costal pressurizado (30 L pol^{-2}) para pesquisa agrícola, com tanque de dióxido de carbono. O volume de calda foi de 180 L ha^{-1} .

A severidade da doença foi quantificada no estágio reprodutivo de grão pastoso (R4). A folha do milho abaixo da espiga (Fe-1) foi avaliada conforme metodologia elaborada e validada por Capucho et al. (2010). Em cada parcela foram aleatoriamente amostradas 10 plantas das duas linhas centrais, exceto as plantas nos 0,5 m das extremidades. Para isso, cinco plantas em cada linha central foram avaliadas, totalizando 10 folhas em cada parcela experimental. A eficiência dos fungicidas foi calculada com base na porcentagem de controle, conforme estabelecido por Abbott (1925), utilizando-se os valores da severidade final. Para isso, todos os tratamentos com fungicida foram comparados ao tratamento testemunha sem fungicida. Após o estágio de maturidade fisiológica R6 (ABENDROTH et al., 2011), as plantas das duas linhas centrais de cada parcela foram colhidas para avaliação da produtividade (kg ha^{-1}).

Tabela 1. Ingredientes ativos e doses dos fungicidas registrados para os diferentes tratamentos. Milho segunda safra 2016 e 2017.

Tratamento	FRAC ¹	Ingredientes ativos	Abreviação	Doses	
				Ingredientes ativos (g ha ⁻¹)	Produto comercial (L ou kg ha ⁻¹)
1	- ²	Testemunha	Test	-	-
2	3	Tebuconazol (20%)	Tebu	200	1,0 L
3	11	Piraclostrobina (25%)	Pira	150	0,6 L
4	11 + 3	Trifloxistrobina (10%) + Tebuconazol (20%)	Triflox + Tebu	75 + 150	0,75 L
5	11 + 3	Picoxistrobina (20%) + Ciproconazol (8%)	Pico + Cipro	70 + 28	0,35 L
6	11 + 3	Azoxistrobina (20%) + Ciproconazol (8%)	Azox + Cipro	60 + 24	0,3 L
7	11 + 3	Trifloxistrobina (15%) + Protioconazol (17,5%)	Triflox + Proti	113 + 131	0,75 L
8	11 + 7	Azoxistrobina (30%) + Benzovindiflupir (15%)	Azox + Benzo	60 + 30	0,2 L
9	11 + 7	Piraclostrobina (33,3%) + Fluxapiroxade (16,7%)	Pira + Fluxa	116,55 + 58,45	0,35 L
10	11 + 3	Piraclostrobina (26%) + Epoxiconazol (16%)	Pira + Epox	98,8 + 60,8	0,38 L
11	11 + 3 + 7	Piraclostrobina (8,1%) + Epoxiconazol (5%) + Fluxapiroxade (5%)	Pira + Epox + Fluxa	97,2 + 60 + 60	1,2 L
12	M3	Mancozebe (75%)	Manco	1.500	2,0 kg

¹FRAC: código do mecanismo de ação do grupo segundo o Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas: 3, inibidores da biossíntese de esterol na desmetilação; 7, inibidores da respiração mitocondrial no complexo II da succinato desidrogenase; 11, inibidores da respiração mitocondrial no complexo III da quinona externa; e, M3, ditiocarbamatos de ação múltipla. Em cada tratamento, adjuvantes específicos foram adicionados conforme recomendação do fabricante. ²(-): não se aplica.

Para efetuar o cálculo de produtividade, a umidade dos grãos foi padronizada em 13 %. A porcentagem de ganho de produtividade de cada tratamento com fungicida também foi estimada comparando-se ao tratamento testemunha sem fungicida. Nas tabelas, atribuiu-se traço para todos os tratamentos com fungicida que apresentaram severidade superior ou produtividade inferior à do tratamento testemunha sem fungicida.

Para análises individuais de cada ensaio, os dados originais de severidade e produtividade foram primeiramente submetidos aos testes de pressuposição da análise de variância, como aditividade do modelo estatístico (TUKEY, 1949), homocedasticidade, independência dos erros e normalidade dos resíduos dos tratamentos (SHAPIRO; WILK, 1965). Em seguida, as médias foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) e os dados analisados com o procedimento GLM do programa SAS v. 9.1 (SAS INSTITUTE, 2000).

RESULTADOS

Nas duas safras, as condições climáticas foram favoráveis para a cultura do milho, tendo as plantas apresentado desenvolvimento normal. Além disso, no momento da primeira aplicação dos tratamentos não foram observados sintomas de mancha branca do milho nas plantas. Entretanto, as condições climáticas foram também favoráveis ao desenvolvimento da mancha branca na segunda safra 2016 e 2017.

Em geral, os tratamentos com fungicidas apresentaram severidade inferior e produtividade superior em relação à testemunha sem aplicação (Figuras 3 e 4).

A severidade da doença na testemunha variou de acordo com a localidade e a época de semeadura. Nos ensaios conduzidos em Campo Mourão, a severidade de mancha branca do milho foi superior àquela observada nos ensaios conduzidos em Londrina (Tabelas 2, 3, 6 e 7). Enquanto em Campo Mourão a severidade média no tratamento testemunha sem fungicida foi superior a 25 % em ambas as safras, em Londrina se manteve abaixo dos 20 % (Tabelas 2, 3, 6 e 7).

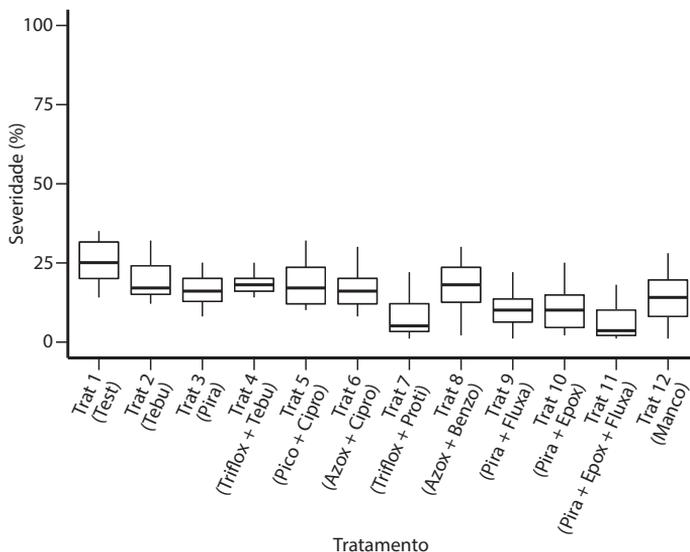


Figura 3. Severidade da mancha branca nos ensaios para os diferentes tratamentos. Milho segunda safra 2016 e 2017.

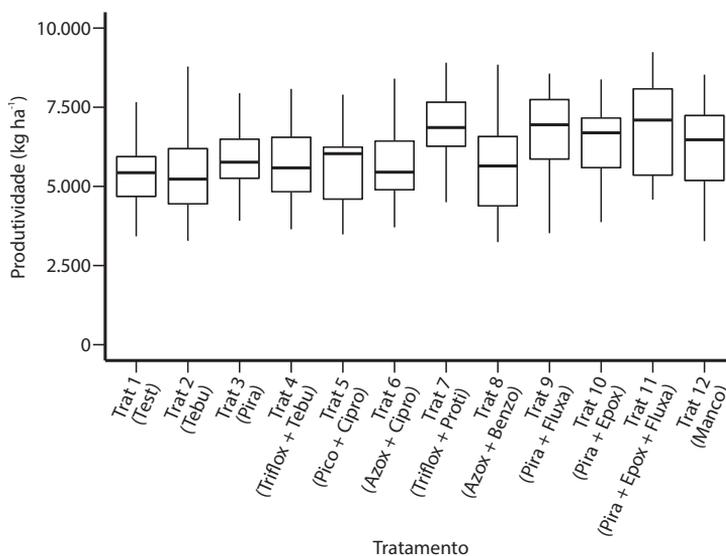


Figura 4. Produtividade nos ensaios para os diferentes tratamentos. Milho segunda safra 2016 e 2017.

Entretanto, aplicações de fungicidas reduziram significativamente a severidade de mancha branca nos ensaios em ambos os locais e em ambas as safras, com exceção da época 2 da safra 2017 em Londrina (Tabelas 2, 3, 6 e 7).

A severidade da doença nas plantas testemunha sem fungicida não diferiu entre as duas épocas em ambas as safras de milho em Campo Mourão. A severidade média de todos os tratamentos com aplicações de fungicidas variou de 10,2 % na segunda safra 2016 a 18,0 % na segunda safra 2017 (Tabelas 2 e 3), o que representou uma diferença na severidade da doença entre a testemunha e a média dos tratamentos com fungicidas de 15,7 % na segunda safra 2016 e de 12,2 % na segunda safra 2017.

Na segunda safra 2016, em Campo Mourão, as misturas duplas (trifloxistrobina + protioconazol, piraclostrobina + fluxapiroxade e piraclostrobina + epoxiconazole), a mistura tripla (piraclostrobina + epoxiconazole + fluxapiroxade) e o tratamento multissítio (mancozebe) apresentaram reduções de severidade da doença superiores em relação aos demais tratamentos com os fungicidas testados (Tabela 2). A eficiência dos fungicidas destes tratamentos para o controle da mancha branca foi acima de 80 %, variando de 81 % a 93 % (Tabela 2). A produtividade nos tratamentos acima descritos também foi maior, variando de 6.628 kg ha⁻¹ a 7.080 kg ha⁻¹. Consequentemente, houve ganho de produtividade de 24 % a 32 % quando comparada à média da testemunha sem fungicida (Tabela 4).

Na segunda safra 2017, os tratamentos compostos por mistura dupla (trifloxistrobina + protioconazol) e mistura tripla (piraclostrobina + epoxiconazol + fluxapiroxade) apresentaram severidade da doença inferior em relação aos demais tratamentos (Tabela 3). A eficiência dos fungicidas destes tratamentos para controle da mancha branca foi de 64 % e 74 %, respectivamente (Tabela 3). A produtividade dos tratamentos acima descritos também foi superior, variando de 6.985 kg ha⁻¹ a 7.297 kg ha⁻¹ (Tabela 5). Houve ganho de produtividade de 34 % e 39 % quando comparada à média da testemunha sem fungicida (Tabela 5). Além disso, houve diferença na produtividade entre o tratamento testemunha e a produtivida-

de média dos tratamentos com fungicida, de 826 kg ha⁻¹ na segunda safra 2016 e de 768 kg ha⁻¹ na segunda safra 2017.

Em Londrina, a severidade média da mancha branca do milho nas plantas testemunha que não receberam aplicações de fungicidas foi de 12,8 % na segunda safra 2016 e de 17,3 % na segunda safra 2017 (Tabelas 6 e 7). Em 2016, a severidade da doença no tratamento testemunha foi superior na segunda época e inferior na primeira época, com valores de 15,3 % e 10,3 %, respectivamente (Tabela 6). Em 2017, a severidade na testemunha não diferiu entre as duas épocas de semeadura (Tabela 7). A severidade média de todos os tratamentos com aplicação de fungicidas foi de 5,5 % e 13,7 % na segunda safra 2016 e 2017, respectivamente (Tabelas 6 e 7), o que representa uma diferença na severidade entre o tratamento testemunha e a média dos tratamentos com fungicida na segunda safra 2016 e 2017 de 7,3 % e 3,6 %, respectivamente.

Em 2016, a mistura dupla (piraclostrobina + fluxapiroxade) e a mistura tripla (piraclostrobina + epoxiconazol + fluxapiroxade) apresentaram redução de severidade superior em relação aos demais tratamentos (Tabela 6). Além disso, a eficiência de controle dos fungicidas testados nestes tratamentos foi de 79 % e 87 %, respectivamente. Na segunda safra 2016, devido à ocorrência de intempéries climáticas na fase final dos ensaios, não foi possível avaliar a produtividade. Desta forma, na Tabela 8 constam apenas os dados da segunda safra 2017.

Na segunda safra 2017, o tratamento mistura tripla (piraclostrobina + epoxiconazol + fluxapiroxade) apresentou severidade da doença inferior (8,3 %) em relação aos demais tratamentos, seguidos pelos tratamentos mistura dupla (piraclostrobina + fluxapiroxade, trifloxistrobina + protioconazol e azoxistrobina + ciproconazol) (Tabela 7). A melhor eficiência destes tratamentos para o controle da mancha branca foi de 52 % (Tabela 7). No entanto, a produtividade nos tratamentos mistura tripla (piraclostrobina + epoxiconazol + fluxapiroxade), além das misturas duplas (piraclostrobina + fluxapiroxade e trifloxistrobina + protioconazol) foi superior, variando de 6.230 kg ha⁻¹ a 6.631 kg ha⁻¹ (Tabela 8). Nestes tra-

tamentos, houve ganho de produtividade de 11 % a 18 %, quando comparada à média da testemunha sem fungicida (Tabela 8). Além disso, houve diferença de 427 kg ha⁻¹ na produtividade entre o tratamento testemunha e a média dos tratamentos com fungicida.

Tabela 2. Severidade da mancha branca em cada época de semeadura e eficiência de controle (C) para os diferentes tratamentos, em Campo Mourão - PR. Milho segunda safra 2016.

Tratamento	Segunda safra 2016			C (%) ²
	Severidade (%) ¹			
	Época 1	Época 2	Média	
1. Testemunha sem fungicida	23,8 cA	28,0 dA	25,9 d	0
2. Tebu	13,5 bA	22,0 cB	17,8 c	31
3. Pira	12,5 bA	12,0 bA	12,3 b	53
4. Triflox + Tebu	16,5 bA	20,0 cA	18,3 c	30
5. Pico + Cipro	11,5 bA	22,0 cB	16,8 c	35
6. Azox + Cipro	11,0 bA	16,0 cA	13,5 b	48
7. Triflox + Proti	3,5 aA	1,0 aA	2,3 a	91
8. Azox + Benzo	7,5 aA	21,5 cB	14,5 b	44
9. Pira + Fluxa	2,8 aA	9,0 bB	5,9 a	89
10. Pira + Epox	4,0 aA	4,5 aA	4,3 a	84
11. Pira + Epox + Fluxa	1,5 aA	2,3 aA	1,9 a	93
12. Manco	4,0 aA	6,0 aA	5,0 a	81
Média dos tratamentos com fungicida (2 a 12)	8,0	12,4	10,2	
Coefficiente de variação (%)	34,6			

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 %. ²Eficiência de controle comparada ao tratamento testemunha: regular (≥ 50 % e < 80 %) e superior (≥ 80 %); Atribuiu-se traço (-) para todos os tratamentos com fungicidas que apresentaram severidade superior à do tratamento testemunha sem fungicida.

Tabela 3. Severidade da mancha branca em cada época de semeadura e eficiência de controle (C) para os diferentes tratamentos, em Campo Mourão - PR. Milho segunda safra 2017.

Tratamento	Segunda safra 2017			C (%) ²
	Severidade (%) ¹			
	Época 1	Época 2	Média	
1. Testemunha sem fungicida	30,5 dA	29,8 eA	30,1 d	0
2. Tebu	25,5 cA	21,0 cA	23,3 c	23
3. Pira	23,5 cB	17,8 cA	20,6 c	32
4. Triflox + Tebu	24,3 cB	18,5 cA	21,4 c	29
5. Pico + Cipro	21,0 bA	25,0 dA	23,0 c	24
6. Azox + Cipro	26,0 cB	20,0 cA	23,0 c	24
7. Triflox + Proti	17,0 aB	4,8 aA	10,9 a	64
8. Azox + Benzo	24,5 cA	20,5 cA	22,5 c	25
9. Pira + Fluxa	19,8 bB	7,8 bA	13,8 b	54
10. Pira + Epox	21,3 bB	10,0 bA	15,6 b	48
11. Pira + Epox + Fluxa	13,3 aB	2,5 aA	7,9 a	74
12. Manco	12,5 cA	18,8 cB	15,6 c	48
Média dos tratamentos com fungicida (2 a 12)	20,8	15,1	18,0	
Coeficiente de variação (%)	16,2			

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 %. ²Eficiência de controle comparada ao tratamento testemunha: regular ($\geq 50\%$ e $< 80\%$) e superior ($\geq 80\%$); Atribuiu-se traço (-) para todos os tratamentos com fungicidas que apresentaram severidade superior à do tratamento testemunha sem fungicida.

Tabela 4. Produtividade e ganho de produtividade (GP) para os diferentes tratamentos, em Campo Mourão - PR. Milho segunda safra 2016.

Tratamento	Segunda safra 2016			
	Produtividade (kg ha ⁻¹) ¹			GP (%) ²
	Época 1	Época 2	Média	
1. Testemunha sem fungicida	5.929 bA	4.785 cB	5.357 c	0
2. Tebu	5.361 bA	4.237 cB	4.799 c	-
3. Pira	6.110 bA	6.343 aA	6.226 a	16
4. Triflox + Tebu	6.208 bA	5.782 bA	5.995 b	12
5. Pico + Cipro	6.206 bA	5.276 bB	5.741 b	7
6. Azox + Cipro	5.898 bA	4.696 cB	5.297 c	-
7. Triflox + Proti	6.950 aA	6.955 aA	6.952 a	30
8. Azox + Benzo	6.150 bA	4.902 cB	5.526 b	3
9. Pira + Fluxa	6.964 aA	7.196 aA	7.080 a	32
10. Pira + Epox	6.594 aA	6.663 aA	6.628 a	24
11. Pira + Epox + Fluxa	6.639 aA	6.809 aA	6.724 a	26
12. Manco	7.220 aA	6.864 aA	7.042 a	32
Média dos tratamentos com fungicida (2 a 12)	6.391	5.975	6.183	
Coefficiente de variação (%)	9,5			

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 %. ²Ganho de produtividade comparado ao tratamento testemunha. Atribuiu-se traço (-) para todos os tratamentos com fungicidas que apresentaram produtividade inferior à do tratamento testemunha sem fungicida.

Tabela 5. Produtividade e ganho de produtividade (GP) para os diferentes tratamentos, em Campo Mourão - PR. Milho segunda safra 2017.

Tratamento	Segunda safra 2017			GP (%) ²
	Produtividade (kg ha ⁻¹) ¹			
	Época 1	Época 2	Média	
1. Testemunha sem fungicida	5.754 dA	4.712 bB	5.233 c	0
2. Tebu	6.535 cA	5.003 bB	5.769 c	10
3. Pira	5.747 dA	5.291 bA	5.519 c	6
4. Triflox + Tebu	5.992 dA	4.468 bB	5.230 c	-
5. Pico + Cipro	6.355 cA	4.277 bB	5.316 c	2
6. Azox + Cipro	6.451 cA	5.051 bB	5.751 c	10
7. Triflox + Proti	8.249 bA	6.344 aB	7.297 a	39
8. Azox + Benzo	6.426 cA	4.466 bB	5.446 c	4
9. Pira + Fluxa	7.790 bA	5.277 bB	6.533 b	25
10. Pira + Epox	7.080 cA	5.724 aB	6.402 b	22
11. Pira + Epox + Fluxa	8.881 aA	5.090 bB	6.985 a	34
12. Manco	6.732 cA	4.797 bB	5.765 c	10
Média dos tratamentos com fungicida (2 a 12)	6.391	5.072	6.001	
Coeficiente de variação (%)	9,9			

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%. ²Ganho de produtividade comparado ao tratamento testemunha. Atribuiu-se traço (-) para todos os tratamentos com fungicidas que apresentaram produtividade inferior à do tratamento testemunha sem fungicida.

Tabela 6. Severidade da mancha branca em cada época de semeadura e eficiência de controle (C) para os diferentes tratamentos, em Londrina - PR. Milho segunda safra 2016.

Tratamento	Segunda safra 2016			C (%) ²
	Severidade (%) ¹			
	Época 1	Época 2	Média	
1. Testemunha sem fungicida	10,3 cA	15,3 dB	12,8 d	0
2. Tebu	6,7 bA	8,0 cA	7,3 c	43
3. Pira	5,3 bA	4,0 bA	4,7 b	64
4. Triflox + Tebu	7,3 bA	8,0 cA	7,7 c	40
5. Pico + Cipro	5,7 bA	8,0 cB	6,8 c	47
6. Azox + Cipro	6,3 bA	7,3 cA	6,8 c	47
7. Triflox + Proti	6,3 bA	4,3 bA	5,3 b	59
8. Azox + Benzo	6,7 bA	6,3 cA	6,5 c	49
9. Pira + Fluxa	2,0 aA	3,3 bA	2,7 a	79
10. Pira + Epox	4,7 bA	3,7 bA	4,2 b	68
11. Pira + Epox + Fluxa	2,0 aA	1,3 aA	1,7 a	87
12. Manco	5,0 bA	8,7 cB	6,8 c	47
Média dos tratamentos com fungicida (2 a 12)	5,3	5,7	5,5	
Coefficiente de variação (%)	22,4			

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 %. ²Eficiência de controle comparada ao tratamento testemunha: regular (≥ 50 % e < 80 %) e superior (≥ 80 %). Atribuiu-se traço (-) para todos os tratamentos com fungicidas que apresentaram severidade superior à do tratamento testemunha sem fungicida.

Tabela 7. Severidade da mancha branca em cada época de semeadura e eficiência de controle (C) para os diferentes tratamentos, em Londrina - PR. Milho segunda safra 2017.

Tratamento	Segunda safra 2017			C (%) ²
	Severidade (%) ¹			
	Época 1	Época 2	Média	
1. Testemunha sem fungicida	16,7 cA	18,0 aA	17,3 c	0
2. Tebu	13,3 cA	17,7 aA	15,5 c	11
3. Pira	17,3 cA	15,3 aA	16,3 c	6
4. Triflox + Tebu	18,7 cA	15,3 aA	17,0 c	2
5. Pico + Cipro	14,7 cA	14,0 aA	14,3 c	17
6. Azox + Cipro	12,0 bA	14,0 aA	13,0 b	25
7. Triflox + Proti	10,7 bA	12,0 aA	11,3 b	35
8. Azox + Benzo	14,7 cA	15,3 aA	15,0 c	14
9. Pira + Fluxa	12,7 bA	12,7 aA	12,7 b	27
10. Pira + Epox	14,0 cA	14,0 aA	14,0 c	19
11. Pira + Epox + Fluxa	6,0 aA	10,7 aA	8,3 a	52
12. Manco	10,7 bA	16,7 aB	13,7 c	21
Média dos tratamentos com fungicida (2 a 12)	13,2	14,3	13,7	
Coefficiente de variação (%)	20,2			

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 %. ²Eficiência de controle comparada ao tratamento testemunha: regular ($\geq 50\%$ e $< 80\%$) e superior ($\geq 80\%$). Atribuiu-se traço (-) para todos os tratamentos com fungicidas que apresentaram severidade superior à do tratamento testemunha sem fungicida.

Tabela 8. Produtividade e ganho de produtividade (GP) para os diferentes tratamentos, em Londrina - PR. Milho segunda safra 2017.

Tratamento	Segunda safra 2017			GP (%) ²
	Produtividade (kg ha ⁻¹) ¹			
	Época 1	Época 2	Média	
1. Testemunha sem fungicida	7.142 aA	4.066 bB	5.604 b	0
2. Tebu	8.222 aA	3.721 bB	5.972 b	7
3. Pira	7.669 aA	4.263 bB	5.966 b	7
4. Triflox + Tebu	7.564 aA	4.361 bB	5.963 b	6
5. Pico + Cipro	7.274 aA	4.374 bB	5.824 b	4
6. Azox + Cipro	7.825 aA	4.138 bB	5.982 b	7
7. Triflox + Proti	7.553 aA	4.908 aB	6.230 a	11
8. Azox + Benzo	7.803 aA	3.614 bB	5.708 b	2
9. Pira + Fluxa	7.689 aA	5.225 aB	6.457 a	15
10. Pira + Epox	7.576 aA	4.263 bB	5.920 b	6
11. Pira + Epox + Fluxa	8.363 aA	4.899 aB	6.631 a	18
12. Manco	7.704 aA	3.672 bB	5.688 b	2
Média dos tratamentos com fungicida (2 a 12)	7.749	4.313	6.031	
Coefficiente de variação (%)	8,1			

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 %. ²Ganho de produtividade comparado ao tratamento testemunha. Atribuiu-se traço (-) para todos os tratamentos com fungicidas que apresentaram produtividade inferior à do tratamento testemunha sem fungicida.

Em Campo Mourão e Londrina, a eficiência de controle da mancha branca do milho para alguns fungicidas testados em oito ensaios foi superior a 70 % (Figura 5). Os tratamentos com aplicações de mistura tripla (piraclostrobina + epoxiconazol + fluxapiroxade) e mistura dupla (piraclostrobina + epoxiconazol, trifloxistrobina + protioconazol e piraclostrobina + fluxapiroxade) apresentaram eficiência de controle superior aos tratamentos com ingredientes ativos de moléculas simples (Figura 5).

Da mesma maneira, o ganho de produtividade em relação à testemunha que não recebeu aplicações com fungicidas ultrapassou 20 % em alguns tratamentos, considerando todos os ensaios em ambas as localidades (Figura 6). Os tratamentos com mistura tripla (piraclostrobina + epoxiconazol + fluxapiroxade) e mistura dupla (piraclostrobina + fluxapiroxade e trifloxistrobina + protioconazol) apresentaram produtividades superiores aos demais tratamentos (Figura 6).

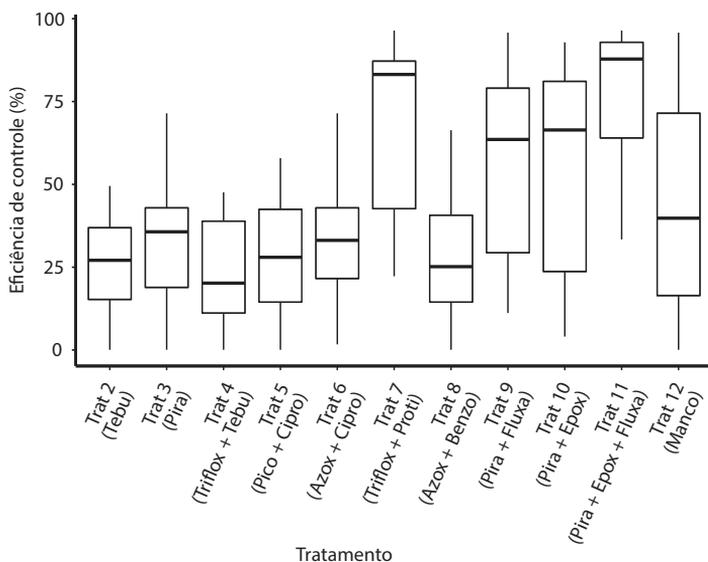


Figura 5. Eficiência de controle da mancha branca nos ensaios para os diferentes tratamentos com fungicidas comparada à testemunha sem fungicida. Milho segunda safra 2016 e 2017.

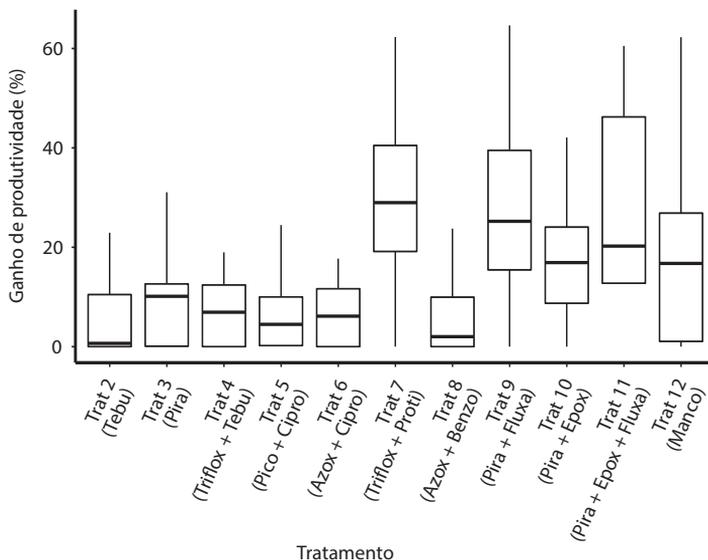


Figura 6. Ganho de produtividade nos ensaios para os diferentes tratamentos com fungicidas comparado à testemunha sem fungicida. Milho segunda safra 2016 e 2017.

CONCLUSÃO

O uso de fungicidas para controlar a mancha branca do milho apresentou resultados positivos, pois reduziu significativamente a severidade da doença e proporcionou produtividades superiores. O posicionamento adequado e o uso de fungicidas com eficiência superior, quando necessário, pode resultar em expressivos ganhos de produtividade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No manejo de doenças do milho segunda safra, fungicidas de eficiência de controle superior devem ser utilizados dentro de programas estratégicos e apenas quando necessário. A integração de vários métodos de controle deve ser adotada.

A rotação de fungicidas com diferentes modos de ação, utilizando fungicidas multissítios, deve ser sempre priorizada. O uso de fungicidas com modo de ação específico, continuamente e em aplicações sequenciais curativamente sob alta severidade, aumentam a pressão de seleção de patógenos resistentes e, portanto, deve ser evitada.

Existe a necessidade de modernização dos ingredientes ativos e misturas de fungicidas para a cultura do milho segunda safra. Para isso, é necessário disponibilizar novas moléculas de fungicidas sítio-específico ou multissítio, com diferentes modos de ação ou novas combinações de grupos químicos e formulações.

É importante que sejam disponibilizadas novas informações aos profissionais da assistência técnica com o objetivo de conhecerem a eficiência de controle, o ganho de produtividade e o uso racional de fungicidas para controlar doenças do milho segunda safra em diferentes estádios fenológicos e regiões de cultivo. Para isso, o estabelecimento de um grupo de trabalho cooperativo, em rede de pesquisa e em diferentes localidades, possibilitará obter informações mais representativas e ajustadas regionalmente.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, MD, v. 18, n. 2, p. 265-267, 1925.

ABENDROTH, L. J.; ELMORE, R. W.; BOYER, M. J.; MARLAY, S. K. *Corn growth and development*. PM R: 1009. Ames, IA: Iowa State University Extension and Outreach, 2011.

BOMFETI, C. A.; MEIRELLES, W. F.; SOUZA-PACCOLA, E. A.; CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; MARRIEL, I. E.; PACCOLA-MEIRELLES, L. D. Avaliação de produtos químicos comerciais, *in vitro* e *in vivo*, no controle da doença foliar, mancha branca do milho, causada por *Pantoea ananatis*. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 33, p. 63-67, 2007.

BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. *Milho: do plantio à colheita*. Viçosa: Ed. UFV, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Zoneamento agrícola de risco climático*. Brasília, DF: MAPA, 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola>. Acesso em: 22 out. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *AGROFIT*. Fungicidas registrados para controle de doenças na cultura do milho. Brasília: MAPA, 2019. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 29 set. 2019.

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*, Guildford, v. 29, n. 9, p. 1015-1020, 2010.

CARSON, M. L. Yield loss potential of phaeosphaeria leaf spot of maize caused by *Phaeosphaeria maydis* in the United States. *Plant Disease*, Saint Paul, v. 89, n. 9, p. 986- 988, 2005.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento da safra brasileira [de] grãos*. Brasília, DF: Conab, 2019. Safra 2018/19, v. 6. Décimo primeiro levantamento, n. 11, p. 1-104, ago. 2019.

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

COTA, L. V.; COSTA, R. V. da; SABATO, E. de O.; SILVA, D. D. da. *Histórico e perspectivas das doenças na cultura do milho*. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 7 p. (Circular técnica, n. 193).

COTA, L. V.; COSTA, R. V. da; 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, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 13 p. (Circular técnica, n. 243).

DORNELAS, G. A.; POZZA, E. A.; SOUZA, P. E.; COSTA, R. V.; POZZA, A. A. A.; SANTOS, L. A. Nitrogen and potassium fertilization on the yield and intensity of the maize white spot. *Revista Ceres*, Viçosa, MG, v. 62, n. 4, p. 351-359, 2015.

FANTIN, G. M. Mancha de *phaeosphaeria*, doença do milho que vem aumentando sua importância. *Biológico*, São Paulo, v. 56, n. 1/2, p. 39, 1994.

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

FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P.; DUDIENAS, C. Quantificação de danos causados por diferentes níveis de severidade de doenças foliares à produtividade do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia, GO. *Resumos expandidos* [...]. Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. p. 790-797.

FANTIN, L. H.; SILVA, A. L. DA; CANTERI, M. G. Retorno produtivo: metanálise para fungicidas aplicados em milho. *Cultivar Grandes Culturas*, Pelotas, RS, v. 216, p. 12-14, 2017.

FRAC – Fungicide Resistance Action Committee. Disponível em: <http://www.frac.info>. Acesso em: 22 out. 2019.

GONÇALVES, R. M.; FIGUEIREDO, J. E. F.; PEDRO, E. S.; MEIRELLES, W. F.; LEITE JÚNIOR, R. P.; SAUER, A. V.; PACCOLLA-MEIRELLES, L. D. Etiology of *Phaeosphaeria* leaf spot disease of maize. *Journal of Phytopathology*, Berlin, v. 95, n. 3, p. 559-569, 2013.

LEITE JÚNIOR, R. P.; CUSTÓDIO, A. A. P.; MADALOSSO, T.; ROBAINA, R. R.; DUIN, I. M.; SUGAHARA, V. H. First report of the occurrence of bacterial leaf streak of corn caused by *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* in Brazil. *Plant Disease*, Saint Paul, v. 103, n. 1, p. 145, 2019.

MADALOSSO, T.; TESTON, R.; FÁVERO, F. Avaliação de fungicidas para o controle de mancha branca no milho. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 14., 2017, Cuiabá, MT. *Resumos expandidos* [...]. Cuiabá: Fundação MT, 2017. p. 187-192.

- MALLOWA, S. O.; ESKER, P. D.; PAUL, P. A.; BRANDLEY, C. A.; CHAPARA, V. R.; CONLEY, S. P.; ROBERTSON, A. E. Effect of maize hybrid and foliar fungicide on yield under low foliar disease severity conditions. *Phytopathology*, Saint Paul, v. 105, n. 8, p. 1080-1089, 2015.
- MANFROI, E.; LANGHINOTTI, C.; DANELLI, A.; PARIZE, G. Controle químico de doenças foliares e rendimento de grãos na cultura do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, MG, v. 15, n. 2, p. 357-365, 2016.
- MUNKVOLD, G. P.; WHITE, D. G. *Compendium of corn diseases*. 4. ed. Saint Paul: American Phytopathological Society, 2016.
- PACCOLA-MEIRELLES, L. D.; FERREIRA, A. S.; MEIRELLES, W. F.; MARRIEL, I. E.; CASELA, C. R. Detection of a bacterium associated with a leaf spot disease of maize in Brazil. *Journal of Phytopathology*, Berlin, v. 149, n. 5, p. 275-279, 2001.
- PEDRO, E. S.; GONÇALVES, R. M.; MEIRELLES, W. F.; PACCOLA-MEIRELLES, L. D. Produtos de diferentes grupos químicos no controle da mancha branca do milho. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2981-2984, 2012. Supl. 1.
- PINTO, N. F. J. A. Eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares do milho. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 23, p. 271-274, 1997.
- PINTO, N. F. J. A. Controle químico de doenças foliares em milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, MG, v. 3, p. 134-138, 2004.
- RANE, M. S.; PAYAK, M. M.; RENFRO, B. L. A *Phaeosphaeria* leaf spot of maize. *Indian Phytopathology Society Bulletin*, Bangalore, KA, v. 3, p. 8-10, 1966.
- REIS, E. M.; CASA, R. T.; REIS, A. C. *Manual de diagnose e controle de doenças do milho*. 2. ed. rev. atual. Lages: Graphel, 2004.
- SAS Institute. *SAS language and procedures: usage*. Version 9.1. Cary: SAS Institute 2000. CD-ROM.
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality. *Biometrika*, London, GB, v. 52, p. 591-611, 1965.

SILVA JÚNIOR, G. J.; BEHLAU, F. Controle químico. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (org.). *Manual de fitopatologia: princípios e conceitos*. Ouro Fino, MG: Agronômica Ceres, 2019. p. 239-260.

TUKEY, J. W. One degree of freedom for non-additivity. *Biometrics*, Washington, US, v. 5, p. 232-242, 1949.

WARD, J. M. J.; DARROCH, M. A. G.; LAING, M. D.; CAIRNS, A. L. P.; DICKS, H. M. The economic benefits of fungicide treatment of maize for the control of grey leaf spot (*Cercospora zae-maydis*) in KwaZulu-Natal. *South African Journal of Plant and Soil*, Pretoria, RSA, v. 14, n. 1, p. 43-48, 1997.

WARD, J. M. J.; LAING, M. D.; RIJKENBERG, F. H. J. Frequency and timing of fungicide applications 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 practices for the control of maize grey leaf spot. *Integrated Pest Management Reviews*, London, v. 3, n. 3, p. 177-188, 1998.

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

WISE, K. Fungicide efficacy for control of corn diseases. *Botany & Plant Pathology*, West Lafayette, BP-160-W, p. 1-2, jan. 2017. Purdue Extension, 1-888-EXT-INFO.

O uso de fungicidas para controlar as principais doenças foliares endêmicas do milho segunda safra é uma realidade estabelecida em lavouras paranaenses. No entanto, trabalhos realizados na região Norte Central, no Instituto Agrônômico do Paraná, e na região Centro Ocidental do Estado, na Coamo Agroindustrial Cooperativa, chamaram a atenção de pesquisadores devido à baixa eficiência de controle apresentada por alguns fungicidas. Esta publicação apresenta informações sobre a eficiência de fungicidas no controle da mancha branca do milho na segunda safra 2016 e 2017, com destaque para o posicionamento adequado de fungicidas com eficiência superior e a necessidade de modernização dos ingredientes ativos e das misturas para a cultura.

COOPERAÇÃO



Universidade
Estadual de Londrina



INSTITUTO AGRÔNOMO DO PARANÁ
SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO

Rod. Celso Garcia Cid, km 375 Londrina - PR CEP 86047-902 (43) 3376-2135 www.iapar.br