

EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS NO CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES DO
MILHO: PROTOCOLO DE PESQUISA, ENSAIOS I e II

Londrina

2025

AUTORES

Adriano Augusto de Paiva Custódio, Engenheiro-agrônomo, D.Sc., IDR-Paraná, Londrina - PR

Dagma Dionísia da Silva-Araújo, Engenheira-agrônoma, D.Sc., Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG

Carlos Mitinori Utiamada, Engenheiro-agrônomo, TAGRO, Londrina - PR

Hércules Diniz Campos, Engenheiro-agrônomo, D.Sc., UniRV/Campos Pesquisa Agrícola, Rio Verde - GO

Lucas Henrique Fantin, Engenheiro-agrônomo, D.Sc., Fantin Agro, Londrina - PR

Henrique da Silva Silveira Duarte, Engenheiro-agrônomo, D.Sc., UFPR, Curitiba - PR

Marcelo Giovanetti Canteri, Engenheiro-agrônomo, D.Sc., UEL, Londrina – PR

Gisèle Maria Fantin, Engenheira-agrônoma, D.Sc., IB/APTA, Campinas – SP

Aildson Pereira Duarte, Engenheiro-agrônomo, D.Sc., IAC/APTA, Campinas – SP

Inês Fumiko Ubukata Yada, Matemática, M.Sc., IDR-Paraná, Londrina - PR

SUMÁRIO

RESUMO

INTRODUÇÃO

METODOLOGIA DO PROTOCOLO

RESULTADOS ESPERADOS

REFERÊNCIAS

ANEXO

RESUMO

Após o estabelecimento da cultura no campo, o uso de fungicidas foliares é a principal medida para controlar manchas e ferrugens do milho. No entanto, existe a necessidade de aperfeiçoar novas opções de posicionamento de fungicidas sítios específico e multissítios para controlar múltiplas doenças foliares do milho. Portanto, para atender demandas do setor privado objetivando fornecer novas informações da eficiência de controle e a manutenção de produtividade utilizando fungicidas foliares, foi organizada uma rede de pesquisa cooperativa em parceria entre profissionais do setor público e privado. Este protocolo de pesquisa em campo pretende melhorar a padronização dos estudos realizados por estes integrantes da rede colaborativa. O trabalho está sendo conduzida em áreas experimentais do bioma Mata Atlântica e Cerrado, em microrregiões representativas do milho segunda safra. Em cada localidade, a semeadura do milho híbrido suscetível será de janeiro a fevereiro. A infecção ocorrerá naturalmente, sem inoculação artificial de fitopatógenos. O delineamento experimental será em blocos casualizados com quatro repetições. Neste protocolo único de múltiplas doenças foliares do milho dois ensaios serão conduzidos: mistura pronta (Ensaio I) e monitoramento da eficiência de controle (Ensaio II). No Ensaio I, serão utilizados tratamentos fungicidas em fase final de registro ou em fase comercial, associados ou não com fungicidas multissítios. Além disso, serão adicionados quatro tratamentos padrões, sendo um controle positivo como fungicida sítio específico registrado para a cultura, dois controles positivos com fungicida multissítios e um controle negativo sem fungicida. No Ensaio II, serão utilizadas moléculas simples de fungicidas em fase de registro ou comercial. Além disso, haverá um tratamento padrão controle negativo sem aplicação de fungicida. A eficiência do fungicida será estimada pela área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e porcentagem de controle. A praticabilidade agrônômica dos fungicidas será avaliada por meio da AACPD assim como da produtividade comparada ao tratamento testemunha. Análises estatísticas conjuntas das doenças e produtividade serão realizadas. As médias dos tratamentos significativos serão comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Além do treinamento profissional ao longo dos anos, os resultados esperados na coleta de informações sobre 'doenças' e 'produtividade' em uma década ou mais será a criação de metadados padronizados. Isto permitirá ao grupo fazer importantes inferências estatísticas por meio de metaanálises revelando um melhor entendimento epidemiológico do manejo de doenças foliares do milho segunda safra.

INTRODUÇÃO

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 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 por ocasionarem significativas perdas em lavouras (Custódio et al., 2019; Custódio et al., 2020; Custódio et al., 2024).

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 como por exemplo o uso de fungicidas.

A frequência do uso de fungicidas em lavouras comerciais de milho no Brasil tem aumentado nos últimos anos. 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; Custódio et al., 2024). Nos principais estados produtores de milho, como Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e Mato Grosso, o controle químico 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 por meio da padronização nas pesquisas em campo.

Esta publicação descreve os principais critérios e procedimentos metodológicos recomendados na padronização dos ensaios de campo I e II conduzido por profissionais pesquisadores integrantes da rede cooperativa. Nos objetivamos gerar informações da eficiência de controle e manutenção de produtividade aos profissionais da assistência técnica e extensão rural por meio do uso racional de fungicidas para múltiplas doenças foliares do milho segunda safra. No futuro, isto permitirá ao grupo de pesquisadores fazerem importantes inferências estatísticas para um melhor entendimento epidemiológico do manejo destas doenças aos extensionistas.

METODOLOGIA DO PROTOCOLO

As Instituições de Pesquisas conduzirão os ensaios de campo distribuídos no bioma Mata Atlântica e Cerrado brasileiro provenientes das principais macrorregiões subtropical e tropical em importantes microrregiões produtoras de milho. Para isso, empresas de defensivos agrícolas disponibilizarão as amostras dos tratamentos fungicidas. Informações adicionais podem ser obtidas acessando a website da RFT Rede Fitossanidade Tropical (<https://www.fitossanidadetropical.org.br/>).

Os ensaios I e II serão conduzidos de forma independente e simultânea, em representativas áreas com reconhecida ocorrência regional de doenças foliares. Conforme o Anexo, os protocolos contendo o posicionamento dos fungicidas testados, os ajustes metodológicos para a realização dos ensaios, as visitas técnicas em campo, a sumarização conjunta dos resultados e a forma de comunicação das informações serão definidos em reuniões previamente agendadas com todos os representantes das Instituições parceiras (<https://www.fitossanidadetropical.org.br/informacoes-tecnicas/procedimentos>).

Características do campo e tratamento experimental

No campo, as doenças foliares ocorrerão de forma natural, sem inoculação artificial. Os ensaios serão conduzidos de janeiro a agosto. A semeadura deverá ser realizada de janeiro a fevereiro, preferencialmente em palhada de milho para aumentar o inóculo de patógenos do milho que ocasionam doenças foliares. O material genético será um milho híbrido simples comercial, de ciclo precoce ou superprecoce, geneticamente modificado para resistência a insetos e herbicidas e suscetível às doenças foliares alvos. Sempre que possível, o híbrido escolhido deve apresentar adequados níveis de tolerância e resistência as outras doenças foliares não-alvo como o complexo de enfezamentos e viroses. Uma relação limitada de híbridos indicados por membros das Instituições parceiras será disponibilizada.

A parcela experimental será composta por, no mínimo, quatro a seis linhas, dependendo do espaçamento. Este será variável de acordo com o padrão utilizado na região e/ou área experimental e, principalmente, com a doença alvo. Para os ensaios conduzidos para os alvos biológicos mancha branca e mancha de cercóspora, utilizar preferencialmente o espaçamento de 0,80 a 0,90 metros entre linhas para favorecer maior severidade destas doenças. Por outro lado, os ensaios conduzidos para os alvos biológicos mancha de Bipolaris, mancha de túrcicum, mancha de macróspora e ferrugens

o espaçamento preferencial será o reduzido, de 0,45 a 0,60 metros entre linhas. Assim, a quantidade mínima de linhas será seis para espaçamentos reduzidos e quatro para espaçamentos maiores, utilizando sempre as duas linhas centrais como úteis para as avaliações e as laterais como bordadura. A população inicial de plantas será a recomendada regionalmente de acordo com o híbrido e o ambiente de produção, especialmente a época de semeadura. É sugerido aumentar a quantidade de sementes em 10 a 20%, em relação a recomendada, com posterior adequação do estande, arrancando as plantas excedentes, para obtenção de estande uniforme. Não será feita correção da produtividade de grãos pela população de plantas, portanto, é muito importante manter o mesmo estande de plantas em todas as linhas.

Nos ensaios, os tratamentos experimentais serão incluídos produtos comerciais registrados para a cultura, produtos comerciais e produtos não comerciais em fase de registro especial temporário III (RETIII). A dose utilizada será a indicada pelo fabricante. Os ensaios serão compostos por fungicidas formados por moléculas simples, misturas duplas e misturas triplas, sem ou com associação de fungicidas multissítios. Além disso, tratamentos padrões serão adicionados, sendo controle positivo com fungicida sítio específico e multissítio registrados para a cultura, e um controle negativo sem fungicida (Muller et al., 2013; Custódio et al., 2019ab; Custódio et al., 2024).

Os tratamentos devem ser aplicados nas linhas centrais das parcelas evitando assim deriva de fungicidas no momento das aplicações. Também, sempre que possível deve ser mantida uma distância mínima de 0,80 metros entre as extremidades de cada parcela dentro da repetição. Para estimar a produtividade, serão colhidas as espigas de todas as plantas das duas linhas centrais da área útil da parcela, inclusive das extremidades. Para efeito de bordadura, ao redor dos ensaios visando reduzir problemas de acamamento de plantas das parcelas experimentais ocasionados por fortes ventos, recomenda-se a semeadura de uma larga faixa de milho suscetível a doença alvo.

Os tratos culturais do campo experimental serão realizados conforme recomendações técnicas regionais específicas para a cultura do milho segunda safra de sequeiro. Adubações nitrogenadas em semeadura e cobertura devem ser realizadas utilizando dose total superior a 125 kg ha⁻¹ do nutriente (N). As sementes devem ser tratadas para proteção de doenças e insetos. Para o controle de percevejos (barriga verde e castanho), os inseticidas no tratamento de sementes devem ter neonicotinóides em sua composição, e na parte aérea tiametoxam mais lambdacialotrina. Para o controle de lagartas (cartucho, e outras) em parte aérea, quando necessário, os

inseticidas utilizados devem ser à base de espinosade, lufenuron, clorantraniliprole, nuvaluron e metomil.

Controle da cigarrinha do milho

Em todos os ensaios da rede cooperativa, deverá ser realizado sempre que possível ao menos quatro aplicações de inseticidas para o controle da cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*), inseto-vetor de fitopatógenos associados ao complexo de enfezamentos e viroses. As aplicações de inseticidas devem ser programadas do estágio vegetativo (V) do milho (Abendroth et al., 2011) com duas folhas (V2) até oito folhas (V8), descrito abaixo:

- primeira aplicação: acefato, no estágio vegetativo de duas a três folhas (V2/V3),
- segunda aplicação: etiprole, no estágio vegetativo de quatro a cinco folhas (V4/V5);
- terceira aplicação: acefato, no estágio vegetativo de seis a sete folhas (V6/V7);
- quarta aplicação: bifentrina + carbossulfano, no estágio vegetativo de oito (V8). Nesta aplicação, pode-se repetir o acefato.

Existem produtos comerciais registrados no Ministério da Agricultura (AGROFIT/MAPA) dos ingredientes ativos acima relacionados que apresentam boa eficiência de controle. No entanto, um conjunto de amostras de inseticidas registrados para o controle da cigarrinha (e percevejo ou lagarta) também poderão ser disponibilizadas pelas empresas parceiras do projeto.

Delineamento do campo experimental e aplicação dos tratamentos

O delineamento experimental será em blocos ao acaso, com quatro repetições, conforme modelo estatístico abaixo.

$$Y_{ij} = \hat{m} + t_i + b_j + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = valores observados referentes ao tratamento “i” no bloco “j”;

m = média da população;

t_i = efeito do tratamento “i” aplicado na parcela;

b_j = efeito do bloco na repetição “j”;

e_{ij} = efeito dos fatores não controlados na parcela (variação do acaso).

Nos Ensaio I e II deste protocolo de pesquisa, para proteger todo o estádio fenológico do milho visando testar os tratamentos experimentais, excepcionalmente serão realizadas três (3) pulverizações sequenciais dos produtos em períodos chaves de maior intensidade das doenças foliares. Os intervalos entre as pulverizações devem ser respeitados, mínimo de 14 dias e máximo de 28 dias, devido ser o período de maior efetividade dos fungicidas na planta. Assim, as pulverizações dos tratamentos serão realizadas nos seguintes estádios vegetativo (V) e reprodutivo (R) do milho (Abendroth et al., 2011; Custódio et al., 2019ab; Custódio et al., 2024):

- primeira aplicação: no estádio vegetativo de seis a oito folhas (V6-V8), ou antes se houver 1% de severidade no tratamento testemunha sem fungicida;
- segunda pulverização: no estádio vegetativo em pré-pendão de 10 a 11 folhas (V10/V11), de 14 a 28 dias após a primeira pulverização;
- terceira pulverização: no estádio reprodutivo em pós-pendão de ‘grão bolha’ (R2, após a emissão completa do pendão e polinização), de 14 a 28 dias após a segunda pulverização;

Os fungicidas serão aplicados com pulverizador pressurizado (30 L pol⁻²) para pesquisa agrícola, com auxílio de tanque de dióxido de carbono, de maneira manual (costal) ou mecanizado (tratorizado). Visando proporcionar melhor cobertura de aplicação dos fungicidas em toda área foliar das plantas de milho nos diferentes estádios fenológicos, o volume de calda com vazão constante será de no mínimo 180 l ha⁻¹. Para isso, será recomendado utilizar uma longa barra lateral em alumínio, contendo pontas

de pulverização espaçadas em 0,5 metros, utilizando ponta tipo XR que produz gota fina.

Variáveis analisadas

Doenças foliares do milho

Em cada localidade, cinco (5) avaliações individuais das doenças foliares do milho serão realizadas. A avaliação da severidade inicial, antes da primeira aplicação dos fungicidas, será no estágio vegetativo de seis a oito folhas (V6/V8). Por outro lado, a avaliação da severidade final será no estágio reprodutivo de 'grão dente' (R5), de 14 a 21 dias após a terceira e última aplicação dos fungicidas. Desta maneira, as avaliações serão realizadas em:

- primeira avaliação: V6/V8,
- segunda avaliação: V6/V8 + 15 dias,
- terceira avaliação: V6/V8 + 30 dias,
- quarta avaliação: V6/V8 + 45 dias, e;
- quinta avaliação: V6/V8 + 60 dias

As parcelas experimentais serão avaliadas pela estimativa visual das doenças, de maneira não destrutiva, com o uso em campo de escalas diagramáticas de folhas adultas (Del Ponte et al. 2017). Os critérios uniformizados neste protocolo de pesquisa devem ser seguidos, sempre que possível, para melhorar a precisão, acurácia e reprodutibilidade da severidade das doenças foliares (Del Ponte et al. 2017). Para isso, em cada parcela experimental deverão ser escolhidas de forma aleatória dez (10) plantas de milho provenientes das duas (2) linhas centrais evitando selecionar plantas das extremidades seja no início ou final das linhas.

Levando em consideração que cada uma das manchas foliares e ferrugens tem seu próprio padrão de distribuição espacial de severidade na planta e folhas, e baseado no crescimento e desenvolvimento do milho (Abendroth et al., 2011), no estágio vegetativo antes da visualização da espiga principal (primária) deverá ser estimada a doença naquela folha que possuir maior severidade. Por outro lado, no estágio reprodutivo após visualização da espiga principal seguiremos o procedimento adotado por Munkvold (1997). Desta forma, em cada planta a estimativa de severidade deverá ser atribuída após observadas a folha da espiga (Fe) e as folhas do milho do terço inferior da planta compreendendo a terceira folha abaixo da espiga (Fe-3), até a terceira

folha acima da espiga (Fe+3) do terço superior da planta (Munkvold, 1997). Sendo assim, em cada uma das 10 plantas por parcela deverá ser observada qual das sete (7) folhas entre Fe-3, Fe e Fe+3 possui maior severidade da respectiva doença e, especificamente nesta folha, deverá ser feita a avaliação da doença. Desse modo, caso exista mais de uma doença a ser avaliada, não necessariamente será avaliada a mesma folha de milho devido existir diferentes padrões de distribuição espacial de severidade na planta ocasionados por diferentes manchas foliares e ferrugens. Ainda, não necessariamente será a mesma folha de milho a ser avaliada durante a distribuição temporal das cinco (5) avaliações das manchas foliares e ferrugens. Isto porque é perfeitamente possível que a maior severidade de uma determinada doença entre as sete folhas da planta mude ao longo do tempo ou avaliações, ou ainda, que folhas do terço inferior do milho entrem em processo natural de senescência. Para informações adicionais da avaliação de doenças foliares do milho acesse a website da RFT (<https://www.fitossanidadetropical.org.br/galeria/videos>). Um aplicativo também foi desenvolvido (<https://www.fitossanidadetropical.org.br/informacoes-tecnicas/app>).

Também, sempre que possível é importante destacar que para o grupo das manchas foliares a folha inteira deverá ser avaliada para estimar a severidade com auxílio de diagramas (Camocheda et al., 2008; Capucho et al., 2010; Malagi et al., 2011; Vieira et al., 2013; Lorenzetti et al., 2019; Rocha et al., 2024). Por outro lado, adotando o procedimento seguido por Koch et al. (2021), para o grupo das ferrugens sempre que possível deverá ser selecionado um fragmento de 30 centímetros da folha que possui a maior severidade e, especificamente nesta parte da folha, deverá ser feita a estimativa visual direta, sempre que possível com auxílio de escalas diagramáticas (Fantin, 1997; Sachs et al., 2011; Rocha et al., 2024). A severidade final das doenças foliares em cada parcela experimental será obtida pela média das 10 estimativas individuais de severidade. Para obtenção das escalas supracitadas, acesse a website da RFT (<https://www.fitossanidadetropical.org.br/informacoes-tecnicas/procedimentos>).

Assim, em todos os ensaios da rede cooperativa, a severidade das lesões foliares que serão avaliadas foram separadas em dois grupos (Munkvold e White, 2016; Wise et al., 2016; Custódio et al., 2019ab; Custódio et al., 2024):

Manchas foliares: avaliação da folha inteira

- Mancha de *Bipolaris maydis* ou helmintosporiose maidis (*Cochliobolus heterostrophu*, sin. *Bipolaris maydis*);
- Mancha de turcicum ou helmintosporiose comum (*Setosphaeria túrcica*, sin. *Bipolaris turcica* e sin. *Exserohilum turcicum*);

- Mancha de cercóspora ou cercosporiose (*Cercospora zeina*, *C. zeaemaydis* e *C. sorghi* var. *maydis*);
- Mancha de macróspora ou mancha foliar de diplodia (*Stenocarpella macrospora* e *S. maydis*);
- Mancha branca (*Pantoea ananatis*).

Ferrugens: avaliação de um fragmento de 30 centímetros da folha

- Ferrugem políssora (*Puccinia polysora*).
- Ferrugem comum (*Puccinia sorghi*);

Os valores individuais de severidade das doenças foliares nas cinco (5) avaliações serão utilizados no cálculo para obter um valor numérico adimensional para representar a severidade total da doença (Shaner e Finney, 1977), a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD).

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(Y_i + Y_{i+1})}{2} * (T_{i+1} - T_i)$$

em que:

AACPD= área abaixo da curva de progresso da doença;

Y_i = proporção da doença na i-ésima observação;

T_i = tempo em dias na i-ésima observação;

n = número total de observações.

A eficiência dos fungicidas será calculada pela porcentagem de controle, conforme estabelecido por Abbott (1925), utilizando os valores da AACPD de cada tratamento experimental em relação ao tratamento testemunha sem fungicida foliar. Os valores da severidade final também serão apresentados. Assim, a informação obtida da eficiência de controle da doença terá três classes distintas:

- Classe I (< 50 %);
- Classe II (≥ 50 % e < 80 %); e,
- Classe III (≥ 80 %).

Produtividade do milho

Após o estágio reprodutivo R6 de grão em ponto de 'maturidade fisiológica' (Abendroth et al., 2011), todas as plantas das duas linhas centrais de cada parcela serão colhidas para avaliação da produtividade (kg ha^{-1}). Para efetuar o cálculo de produtividade, a umidade dos grãos em todos os ensaios cooperativos deverá ser padronizada em 13%. Em cada tratamento com fungicida, as informações percentuais de manutenção de produtividade, devido à proteção da área foliar sadia, também será estimada com base no tratamento testemunha sem fungicida em três classes distintas:

- Classe I ($< 5\%$);
- Classe II ($\geq 5\%$ e $< 30\%$); e,
- Classe III ($\geq 30\%$).

Análise estatística

Para as análises individuais de cada ensaio, os dados originais de doença e produtividade serão primeiramente submetidos aos testes de pressuposição da análise de variância tais como aditividade do modelo estatístico (Tukey, 1949), homocedasticidade, independência dos erros e normalidade dos resíduos (Shapiro e Wilk, 1965) dos tratamentos. Em seguida, será realizada a análise de variância. As médias entre os tratamentos significativos serão comparadas aplicando o teste de Tukey ($p < 0,05$), para obtenção de duplas de tratamentos com efeitos semelhantes. Os dados serão analisados utilizando o procedimento GLM do programa SAS v. 9.1 (SAS Institute, Cary, NC) e os gráficos desenvolvidos com o software R (R core Team, 2017). As análises de variância seguirão o modelo abaixo.

Análise de variância para o delineamento em blocos casualizados.

CV	GL	SQ	QM	Fc
Tratamento	(t - 1)	SQtrat	QMtrat	Q.M.Trat/Q.M.Res
Bloco	(r - 1)	SQbloco	QMbloco	Q.M.Bloco/Q.M.Res
Resíduo	(t - 1)(r - 1)	SQres	QMres	
Total	(tr - 1)	SQtotal		

Para análise conjunta tradicionais dos ensaios cooperativos serão examinadas as relações dos quadrados médios dos resíduos (QMR) das análises individuais (Box, 1954). Posteriormente, serão observados os grupos dos ensaios que serão formados para análise conjunta conforme o QMR. Para isso, será necessário que a razão entre a menor e a maior variância total (QMres) seja inferior a sete vezes. Atendido o pressuposto, as variáveis dos ensaios serão analisadas conjuntamente.

Metanálise

Anualmente, para análises conjuntas tradicionais os ensaios que apresentarem severidade média total no tratamento testemunha sem fungicida inferior a 10% não serão utilizados. Isto porque o baixo nível de severidade da doença foliar pode não influenciar significativamente a taxa fotossintética das folhas (Godoy; Amorim; Bergamin Filho, 2001) e, portanto, a produtividade do milho segunda safra (Fantin; Duarte, 2009).

No entanto, periodicamente, trabalhos específicos desta rede cooperativa envolvendo a exploração temporal da série histórica do banco de dados dos ensaios terá um agrupamento metanalítico (Mallowa et al., 2015; Fantin e Canteri, 2017; Braga 2022). Conforme o nível de severidade das 'doenças foliares' no tratamento testemunha sem fungicida, esta variável moderadora dos ensaios terá duas classes:

- Classe I ($< 10\%$); e,
- Classe II ($\geq 10\%$).

Também, conforme o nível de 'produtividade' do milho segunda safra no tratamento testemunha sem fungicida, outra variável moderadora terá duas classes:

- Classe I ($< 6.000 \text{ kg ha}^{-1}$); e,
- Classe II ($\geq 6.000 \text{ kg ha}^{-1}$).

RESULTADOS ESPERADOS

Os resultados esperados neste protocolo de pesquisa padronizado serão importantes para auxiliar os programas de pulverizações de fungicidas que prescindem de informações mais precisas em diferentes regiões produtoras de milho segunda safra tipo 'grão'.

Além dos resultados anuais e treinamento profissional ao longo dos anos, os resultados esperados na coleta de informações sobre 'doenças' e 'produtividade' em ao menos uma década será a criação de metadados padronizados. Isto permitirá ao grupo de pesquisadores fazerem importantes inferências estatísticas por meio de metaanálises revelando um melhor entendimento epidemiológico do manejo de doenças foliares do milho segunda safra aos extensionistas.

Nós esperamos durante o desenvolvimento deste protocolo i) aperfeiçoar o posicionamento estratégico de fungicidas foliares, nos estádios vegetativo e reprodutivo do milho segunda safra para reduzir os danos ocasionados por múltiplas doenças, e ii) disponibilizar novas opções de moléculas de fungicidas sítio-específico ou multissítio com diferentes modos de ação ou novas combinações de formulações para controlar múltiplas doenças do milho.

No campo, algumas questões sempre são importantes aos profissionais da assistência técnica e extensão rural. Duas perguntas foram formuladas para os Ensaio I e II: Para quais doenças foliares devo pulverizar? Quais fungicidas devo utilizar? Os ensaios conduzidos utilizando este protocolo de pesquisa para o milho segunda safra gerarão respostas específicas para estas perguntas.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economy Entomology*, New York, v. 18, p. 265-267, 1925.
- ABENDROTH, L. J.; ELMORE, R. W.; BOYER, M. J.; MARLAY, S. K. *Corn growth and development*. PM R: 1009. Iowa State University Extension. Ames, IA. 2011.
- BOX, G. E. P. *Some theorems on quadratic forms applied in the study of analysis of variance problems*. *Ann. Math. Stat.*, v.5, p.290-302, 1954.
- BRAGA de OLIVEIRA, K. Quantificação de danos e desempenho de fungicidas no controle da mancha branca do milho: Uma metanálise. 2022. 71 p. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2022.
- CAMOCHENA, R. C.; SANTOS, I.; MAZARO, S. M. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha ocular em milho causado por *Kabatiella zea*. *Ciência Rural*, v. 38, n. 8, p. 2124-2131, 2008.
- CAPUCHO, A. S.; ZAMBOLIM, L.; DUARTE, H. S. S.; PARREIRA, D. F.; FERREIRA, P. A.; LANZA, F. E.; COSTA, R. V.; CASELA, C. R.; COTA, L. V. Influence of leaf position that correspond to whole plant severity and diagrammatic scale for white spot of corn. *Crop protection*, v. 29, n. 9, p. 1015-1020, 2010.
- 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.; OLIVEIRA, K. B.; FANTIN, L. H.; SATO, L. N.; CANTERI, M. G.; CARRÉ-MISSIO, V. *Eficiência de fungicidas no 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.; OLIVEIRA, K. B.; FANTIN, L. H.; SATO, L. N.; CANTERI, M. G.; CARRÉ-MISSIO, V. *Eficiência de fungicidas no controle múltiplo de doenças foliares do milho segunda safra 2019*. Londrina, PR: IAPAR, 2019b. 61 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, ADRIANO; SILVA, D. D. ; UTIAMADA, CARLOS ; CAMPOS, H. D. ; COSTA, R. V. ; FANTIN, L. H. ; BRAGA, K. ; CANTERI, M. G. ; FANTIN, G. ; YADA, I. F. U. . RESULTADOS SUMARIZADOS DOS ENSAIOS COOPERATIVOS: FUNGICIDAS FOLIARES NO CONTROLE DE MANCHAS E FERRUGENS DO MILHO SAFRINHA DE 2023. In: Geccí Ceccon; Marciana Retore. (Org.). RESULTADOS SUMARIZADOS DOS ENSAIOS COOPERATIVOS: FUNGICIDAS FOLIARES NO CONTROLE DE MANCHAS E FERRUGENS DO MILHO SAFRINHA DE 2023. 1ed.Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2024, v. , p. 241-282.
- DEL PONTE, E. M.; PETHYBRIDGE, S. J.; BOCK, C. H.; MICHEREFF, S. J.; MACHADO, F. J.; SPOLTI, P. Standard Area Diagrams for Aiding Severity Estimation: Scientometrics, Pathosystems, and Methodological Trend in the Last 25 Years. *Phytopathology*, v. 107, n. 10, p. 1161-1174, 2017.
- FANTIN, G. M. Avaliação de resistência do milho a ferrugem causada por *Puccinia polysora* Underw. Piracicaba, 1997. 136p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1997.
- FANTIN, G.M.; DUARTE, A.P.; DUDIENAS, C. Quantificação de danos causados por diferentes níveis de severidade de doenças foliares à produtividade do milho. XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Resumo Expandido, p. 790-797, 2010.
- FANTIN, G.M.; DUARTE, A.P. Manejo de doenças na cultura do milho safrinha. Campinas: Instituto Agrônomo, 2009. 99p.
- FANTIN, L. H.; CANTERI, M. G. Metanálise na fitopatologia: Um conjunto de técnicas estatísticas para sumarização de resultados. *In: Revisão Anual de Patologia de Plantas- RAPP*. V.25, 2017.
- FRAC. *Fungicide Resistance Action Committee*. Disponível em: <<http://www.frac.info>>. Acesso em 7 de maio de 2018.

- GODOY, C. V.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Alterações na fotossíntese e na transpiração de folhas de milho infectadas por *Phaeospharia maydis*. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 2, p. 209-213, 2001.
- KOCH, G; RUARO, L; CALEGARIO, R.F.; BESPALHOK FILHO, J.C.; DAROS, E.; DE OLIVEIRA, R.A.; DUARTE, H.S.S. Control of Orange Rust and Brown Rust of Sugarcane with Systemic Fungicides. *Sugar Tech*, v. 23, n. 3, p. 606-614, 2021.
- LAZAROTO, A.; SANTOS, I.; KONFLANZ, V. A.; MALAGI, G.; CAMOCHENA, R. C. Escala diagramática para avaliação de severidade da helmintosporiose comum em milho. *Ciência Rural*, v. 42, n. 12, p. 2131-2137, 2012.
- MALAGI, G.; SANTOS, I.; CAMOCHENA, R. C.; MOCCELLIN, R. Elaboração e validação da escala diagramática para avaliação da mancha branca do milho. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 3, p. 797-804, 2011.
- MALLOWA, S. O.; ESKER, P. D.; PAUL, P. A.; BRADLEY, C. A.; CHAPARA, V. R.; CONLEY, S. P.; ROBERTSON, A. E. Effect of maize hybrid and foliar fungicides on yield under low foliar disease severity conditions. *Phytopatology*, v. 105, n. 8, p. 1080-1089, 2015.
- MULLER, D. S.; WISE, K. A.; DUFALT, N. S.; BRADLEY, C. A.; CHILVERS, M. I. *Fungicides for field crops*. Ed. APS Press, St. Paul, Minnessota, 112 p., 2013.
- MUNKVOLD, G. P. Controlling gray leaf spot in field corn. IC-478 (12). Iowa state University Extension. Ames, IA. <http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/1997/6-9-1997/contgspot.html>. 1997.
- MUNKVOLD, G. P.; WHITE, D. G. Compendium of Corn Diseases. 4rd ed. American Phytopathological Society, St. Paul, MN. 2016.
- REVISTA CULTIVAR. https://revistacultivar.com.br/noticias/milho-mercado-de-fungicidas-cresce-mais-de-quatro-vezes-desde-a-safra-2014-15?utm_medium=email. Acessado em 29/01/2024.
- ROCHA, M. G. C.; CUSTÓDIO, A. A. P.; FANTIN, L. H.; OLIVEIRA, K. B.; CAMPOS, H. D.; CANTERI, M. G.; DUARTE, H. S. S. Development and validation of a standard area diagram set to assess corn grey leaf spot severity and foliar fungicide control efficacy. *Journal of Phytopathology*, v. 172, n. 3, p. 1-10, 2024.
- SACHS, P.J.D.; NEVES, C.C.S.V.J.; CANTERI, M.G.; SACHS, L.G. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha branca em milho. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v.37, n.4, p.202-204, 2011.
- 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*, v.52, p.591-611, 1965.
- SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mil dewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology* 67:1051-1056, 1977.
- TUKEY, J. W. *One degree of freedom for non-additivity*. *Biometrics*, v.5, p.232-242, 1949.

VIEIRA, R.A.; MESQUINI, R. M.; SILVA, C. N.; HATA, F. T.; TESSMANN, D. J. A new diagrammatic scale for the assessment of northern corn leaf blight. *Crop protection*, v. 56, n. 1, p. 55-57, 2014.

WISE, K.; MUELLER, D.; SISSON, A.; SMITH, D.; BRADLEY, C.; ROBERTSON, A. *A farmer's guide to Corn Diseases*. Ed. APS Press, St. Paul, Minnesota, 161 p., 2016.

ANEXO

Etapas e cronograma de execução

FUNGICIDAS EM MILHO SEGUNDA SAFRA		MÊS DE EXECUÇÃO (de Dezembro a Dezembro)												
ETAPA	Entidade responsável	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Contratação dos protocolos	Empresas de Defensivos	x	x	x	x	x								
⁰ Reunião técnica virtual: alinhamento	Instituições de Pesquisas			x										
Envio das amostras de fungicidas	Empresas de Defensivos	x	x	x										
¹ Semeadura dos ensaios I e II	Instituições de Pesquisas		x	x										
Aplicação dos tratamentos: fungicidas	Instituições de Pesquisas			x	x	x								
Avaliação de doenças foliares	Instituições de Pesquisas			x	x	x	x	x						
² Rodada técnica: visita aos ensaios	Empresas de Defensivos					x	x	x						
Avaliação da produtividade	Instituições de Pesquisas						x	x	x					
³ Disponibilização dos dados	Instituições de Pesquisas									x				
⁴ Entrega do relatório individual	Instituições de Pesquisas										x			
Análise estatística conjunta	Comissão Coordenadora									x	x			
⁵ Reunião técnica: resultados	Todos											x		
⁶ Reunião técnica: novos protocolos	Empresas de Defensivos												x	
Submissão: publicação da rede	Comissão Coordenadora												x	x

⁰Participação opcional da reunião virtual de alinhamento de safra.

¹Antecipar ao máximo a semeadura dos ensaios I e II, preferencialmente: de 01 janeiro a 28 de fevereiro.

²Participação opcional para visitar alguns ensaios da rede: cerrado final de Abril, e sul final de Maio e início de Junho.

³Disponibilização dos dados para análises conjuntas: até 15 de agosto.

⁴Envio do relatório individual para a comissão coordenadora: até 30 de setembro.

⁵Participação da reunião técnica de sumarização de resultados: até 31 de Outubro.

⁶Participação da reunião técnica de novos protocolos para inclusão de tratamentos: até 15 de Novembro.