

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Fábio Karlec

**INTERAÇÃO ENTRE HÍBRIDOS DE MILHO COM CONTROLE
QUÍMICO DE DOENÇAS FOLIARES E INFLUÊNCIA NA
PRODUTIVIDADE E QUALIDADE QUÍMICA-BROMATOLÓGICA**

Santa Maria, RS
2022

Fábio Karlec

**INTERAÇÃO ENTRE HÍBRIDOS DE MILHO COM CONTROLE QUÍMICO DE
DOENÇAS FOLIARES E INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE
QUÍMICA-BROMATOLÓGICA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do grau de **Doutor em Agronomia.**

Orientador: Prof. Dr. Ivan Francisco Dressler Costa

Santa Maria, RS

2022

Karlec, Fabio

Interação entre híbridos de milho com controle químico de doenças foliares e influência na produtividade e qualidade química-bromatológica / Fabio Karlec.- 2022.

97 p.; 30 cm

Orientador: Ivan Dressler da Costa

Coorientador: Thomas Newton Martin

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Agronomia, RS, 2022

1. Zea mays L 2. Doenças 3. Bromatologia 4. Silagem 5. Fungicida I. Dressler da Costa, Ivan II. Newton Martin, Thomas III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.


Declaro, FABIO KARLEC, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Tese) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Fábio Karlec


INTERAÇÃO ENTRE HÍBRIDOS DE MILHO COM CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS FOLIARES E INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE QUÍMICA-BROMATOLÓGICA

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do grau de **Doutor em Agronomia**.


Aprovado em 21 de março de 2022.



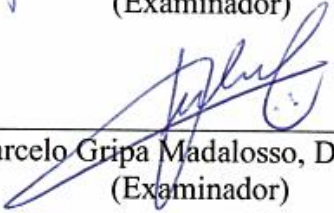
Ivan Dressler Da Costa, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



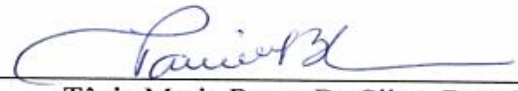
Ivan Luiz Brondani, Dr. (UFSM)
(Examinador)



Júlio Carlos Pereira Da Silva, Dr. (UFSM)
(Examinador)



Marcelo Grippa Madalosso, Dr. (URI)
(Examinador)



Tânia Maria Bayer Da Silva, Dra. (SETREM)
(Examinadora)

Santa Maria, RS
2022

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e por abençoar meu caminho e pelas oportunidades concedidas.

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de realizar o curso de Doutorado.

Ao meu orientador Ivan Francisco Dressler Costa por confiar a mim o desenvolvimento desse trabalho, pela orientação, amizade e apoio que me possibilitou crescimento profissional.

A Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM) pela disponibilidade da área experimental para condução de parte dos experimentos.

A minha companheira Núbia Rolim pelo apoio, amor, carinho, compreensão e constante incentivo.

A minha família, e em especial aos meus pais, Albino (in memoriam) e Maria aos quais não tenho palavras para agradecer por tudo o que fizeram em minha vida, e proporcionaram ensinamentos que nenhuma escola se propunha a ensinar.

Aos colegas e amigos Dra. Tânia Bayer da Silva e Dr. Rodrigo Pizzani pelo auxílio e contribuições na condução do trabalho.

Aos membros da banca avaliadora pela disponibilidade, sugestões e contribuições técnicas para melhoria do trabalho.

E a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e acompanharam essa trajetória, meu muito obrigado!

RESUMO

INTERAÇÃO ENTRE HÍBRIDOS DE MILHO COM CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS FOLIARES E INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE QUÍMICA-BROMATOLÓGICA

AUTOR: Fábio Karlec

ORIENTADOR: Ivan Francisco Dressler Costa

O constante desenvolvimento de novos híbridos de milho insere materiais com características produtivas adaptadas aos mais diferentes ambientes e com interações variadas a doenças foliares, fungicidas e aspectos bromatológicos. Os diferentes níveis de suscetibilidade e controle de doenças fúngicas as quais além de interferir nos aspectos de rendimento de grãos, podem influenciar também na qualidade química-bromatológica, uma vez que o uso do milho como silagem tem grande importância na pecuária brasileira. O objetivo deste trabalho foi avaliar a interação de diferentes híbridos de milho com controle químico de doenças foliares e sua influência na produtividade de grãos, matéria seca e qualidade química-bromatológica. Os resultados desses trabalhos estão apresentados em quatro capítulos estruturados em artigos. O primeiro, com o objetivo de avaliação da suscetibilidade de híbridos de milho a doenças foliares. O segundo, para avaliação de diferentes programas de manejo de controle químico de doenças foliares em milho e suas interações com diferentes níveis de suscetibilidade a doenças. O terceiro, com o objetivo de avaliar a influência do controle químico de doenças na produtividade de grão e qualidade química-bromatológica de plantas em híbridos de milho silageiro. O quarto avaliando o efeito do uso de fungicida na produção e qualidade bromatológica na ausência de doenças.

Palavras-chave: *Zea mays* L., resistência a doenças, fungicida, bromatologia.

ABSTRACT

INTERACTION BETWEEN CORN HYBRIDS WITH CHEMICAL CONTROL OF FOLIARY DISEASES AND INFLUENCE ON PRODUCTIVITY AND CHEMICAL-BROMATOLOGICAL QUALITY

AUTHOR: Fábio Karlec

ADVISOR: Ivan Francisco Dressler Costa

The constant development of new corn hybrids inserts materials with productive characteristics adapted to the most different environments and with varied interactions with foliar diseases, fungicides and bromatological aspects. The different levels of susceptibility and control of fungal diseases which, in addition to interfering in the aspects of grain yield, can also influence the chemical-bromatological quality, since the use of corn as silage is of great importance in Brasil. livestock. The objective of this work was to evaluate the interaction of different corn hybrids with chemical control of foliar diseases and their influence on grain yield, dry matter and chemical-bromatological quality. The results of these works are presented in four chapters structured in an article. The first, with the objective of evaluating the susceptibility of corn hybrids to foliar diseases. The second, to evaluate different management programs for chemical control of foliar diseases in corn and their interactions with different levels of disease susceptibility. The third, with the objective of evaluating the influence of chemical disease control on grain yields and chemical-bromatological plant quality in silage corn hybrids. The fourth evaluated the effect of fungicide use on production and chemical quality in the absence of disease.

Key words: *Zea mays* L., disease resistance, fungicide, bromatology.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1 Implantação, condução e desenvolvimento do experimento compostos por diferentes híbridos de milho.....21

CAPÍTULO II

- Figura 1 Estágios fenológicos da cultura do milho, evidenciando os momentos de aplicação dos fungicidas..... 38
- Figura 2 Avaliação de doenças em diferentes híbridos de milho.....39

CAPÍTULO III

- Figura 1 Semeadura, implantação, condução e avaliação de doenças..... 58
- Figura 2 Preparo das amostras de silagem em tubos PVC – micro silos..... 60

CAPÍTULO IV

- Figura 1 Semeadura em vasos, desenvolvimento das plantas e avaliação de produção de massa. 80

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- Tabela 1 Área abaixo da curva de progresso (AACP) das doenças ferrugem polissora/ferrugem-comum, helmintosporiose, mancha-branca e cercospora em diferentes híbridos de milho em manejo com e sem aplicação de fungicida. Guarani das Missões, RS, 2022. 28
- Tabela 2 Área abaixo da curva de progresso (AACP) para patossistema múltiplo das doenças foliares produtividade de grãos e massa seca e ganhos de produção de diferentes híbridos de milho em manejo com e sem aplicação de fungicida. Guarani das Missões, RS, 2022.....29

CAPÍTULO II

- Tabela 1 Classificação dos híbridos de milho usados no experimento conforme a reação a doenças foliares com base em informações da empresa detentora do híbrido, informações de literatura e observações de ensaios.....38
- Tabela 2 Tratamentos utilizados, ingredientes ativos e doses dos fungicidas em cada tratamento para o controle de doenças fúngicas no milho..... 39
- Tabela 3 Resumo da análise de variância para AACPD de ferrugem, helmintosporiose, mancha-branca, cercosporiose e produtividade de massa seca e grãos em diferentes híbridos, manejos e interação híbridos x manejo. Guarani das Missões, RS. 2022.....41
- Tabela 4 Média dos valores de área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) e percentual de controle (%C) para as doenças ferrugem, helmintosporiose, mancha-branca e cercosporiose em diferentes tratamentos de fungicida em três

	híbridos de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças foliares. Guarani das Missões, RS 2022.....	43
Tabela 5	Média dos valores de produção de massa seca em diferentes manejos de fungicida e em três híbridos de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças foliares. Guarani das Missões, RS 2022.....	46
Tabela 6	Média dos valores de produtividade de grãos em diferentes manejos de fungicida e em três híbridos de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças foliares. Guarani das missões, RS 2022.....	47

CAPÍTULO III

Tabela 1	Classificação dos híbridos de milho usados no experimento conforme a reação a doenças foliares com base em informações da empresa detentora do híbrido, informações de literatura e observações de ensaios.....	60
Tabela 2	Resumo da análise de variância para AACPD de ferrugem, helmintosporiose, mancha-branca, cercospora e produtividade de massa seca e grãos em diferentes híbridos, manejos e interação híbridos x manejo. Três de Maio, RS. 2022.....	61
Tabela 3	Média dos valores de AACPD para ferrugem, helmintosporiose, mancha-branca e cercosporiose em seis híbridos de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças foliares, com e sem manejo de fungicida. Três de Maio, RS 2022.....	62
Tabela 4	Média dos valores de produtividade de grãos e massa seca em híbridos de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças foliares com e sem a aplicação de fungicida. Três de Maio, RS 2022.....	64
Tabela 5	Resumo da análise de variância para as variáveis bromatológicas em diferentes híbridos, fungicida e interação híbridos x manejo, Três de Maio, RS. 2022.....	66

Tabela 6	Média de dados das variáveis bromatológicas, produção de massa seca e grãos de plantas de milho submetido a diferentes números de aplicações de fungicidas. Três de Maio, RS 2022.....	68
----------	--	----

Tabela 7	Análise de correlação de Pearson entre a variáveis bromatológicas e produção de massa e grãos de plantas de milho em híbridos de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças foliares. Três de Maio, RS, 2022.....	69
----------	---	----

CAPÍTULO IV

Tabela 1	Média de dados das variáveis bromatológicas, produção de massa seca e grãos de plantas de milho submetido a diferentes números de aplicações de fungicidas na ausência de doença foliares. Três de Maio, RS 2022.....	82
----------	---	----

Tabela 2	Análise de correlação de Pearson entre as variáveis bromatológicas e produção de massa e grãos de plantas de milho submetidas a diferentes números de aplicações de fungicida na ausência de doenças. Três de Maio, RS, 2022.....	85
----------	---	----

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A	Escala diagramática para a avaliação das doenças foliares do milho ferrugem polissora e cercosporiose.....	95
ANEXO B	Escala diagramática para avaliação de helmintosporiose em milho causada por <i>Exserohilum turcicum</i> . Valores em percentual de área foliar com sintomas.....	96
ANEXO C	Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha branca ou mancha foliar de <i>Phaeosphaeria</i> em milho.....	97

SUMÁRIO

1	Introdução geral.....	13
2	CAPÍTULO I: Suscetibilidade de híbridos de milho a doenças foliares e resposta ao uso de fungicida.....	16
	Resumo	16
	Abstract.....	17
	Introdução	18
	Material e métodos	20
	Resultados e discussão.....	22
	Conclusão	27
	Referências bibliográficas	29
3	CAPÍTULO II: Controle químico de doenças foliares em milho de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças.....	34
	Resumo	34
	Abstract.....	35
	Introdução	36
	Material e métodos	37
	Resultados e discussão.....	41
	Conclusão	48
	Referências bibliográficas	50
4	CAPÍTULO III: Influência da aplicação de fungicida na produção e qualidade bromatológica de silagem em híbridos de milho com diferentes níveis de suscetibilidade a doenças	54
	Resumo	54
	Abstract.....	55
	Introdução	56
	Material e métodos	57
	Resultados e discussão.....	61
	Conclusão	70
	Referências bibliográficas	71

5	CAPÍTULO IV: Influência do uso de fungicida na produção e qualidade bromatológica de plantas de milho na ausência de doença	76
	Resumo	76
	Abstract.....	77
	Introdução	78
	Material e métodos	80
	Resultados e discussão.....	81
	Conclusão	87
	Referências bibliográficas	88
6	Conclusão geral	92
7	Referências gerais	93
8	Anexos	95

INTRODUÇÃO GERAL

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais produzidos no mundo, possuindo importância tanto do ponto de vista econômico, quanto do ponto de vista social. É um insumo primário para vários setores como a avicultura, suinocultura, bovinocultura de leite e corte, setores que são extremamente importantes em nível internacional e grandes geradores de receitas, via exportação (KARAN e MAGALHÃES, 2014). Como planta inteira, é utilizada para elaboração de silagem, técnica conhecida e empregada para conservação de forragens para a alimentação de animais (BERNARDES, 2012). Além de ser fonte de nutrição, a cultura do milho é fonte de matéria-prima na fabricação de subprodutos em grandes indústrias químicas, farmacêuticas, de bebidas e combustível pelo setor de bioenergia.

No Brasil, o milho é o segundo grão mais produzido, segundo levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), na safra 2019/2020 a produção superou 102 milhões de toneladas e uma área cultivada de 16,7 milhões de hectares (CONAB, 2020). Em nível mundial, o Brasil é o terceiro maior produtor de milho, estando atrás dos Estados Unidos da América e da China. Em 2019 alcançou o ranking de maior exportador mundial de milho, superando os Estados Unidos (USDA, 2019).

Relatório da USDA em 2017 sobre a safra mundial de milho 2017/18 projetou um recorde para o consumo mundial bem como a redução da expectativa de oferta, exportação e estoque final global para o cereal. Nos últimos anos, o consumo do grão teve uma taxa de crescimento superior à taxa de produção nos principais países produtores do cereal, como Estados Unidos e China, apresentando uma tendência de déficit do produto ao longo dos próximos anos (CONAB 2018). O cenário vem se confirmando, e atrelado a isso a alta do preço do grão. O preço no mercado interno tem alcançado altos valores, impactando nos custos produtivos das cadeias produtivas dependentes do grão.

O cenário de desequilíbrio entre produção e consumo nos remete a necessidade de avanços em tecnologias produtivas para a cultura do milho, bem como em técnicas para melhorar a eficiência de utilização do produto a fim de evitar um colapso na cadeia do cereal com consequências também para outros setores que estão interligados a cadeia consumidora desse produto.

O aumento da população global, a diminuição da quantidade de terras aráveis disponíveis para a produção agrícola no mundo e o aumento da demanda por proteína na dieta

humana e animal nos mostra a necessidade de buscar soluções para melhorar a eficiência de conversão de terras agrícolas em produtos pecuários (leite, carne e ovos) são necessários para nutrir a crescente população mundial (GILLAND, 2002; FAO, 2014; SAATH e FACHINELLO, 2018).

O mercado brasileiro oferta aos produtores uma grande diversidade de cultivares, desde híbridos simples, duplos, triplos, intervarietais e variedades, com os mais variados índices de produtividade (PAZIANI et al., 2009). Muitos híbridos de milho possuem um excelente potencial produtivo, porém apresentam baixo nível de resistência às doenças, sendo necessário o produtor utilizar o controle químico dessas doenças para evitar perdas significativas de produção.

Entre os fatores que limitam a produtividade, os problemas fitossanitários estão entre os mais significativos na cultura do milho. As perdas por pragas e doenças estão entre as de maior importância na redução de produção, e em especial as causadas por doenças foliares, que têm ganhado atenção na última década (JULIATTI et al., 2007; COSTA et al., 2012; SABATO et al., 2013). O ataque desses patógenos ocasiona redução da área foliar, diminuição da capacidade fotossintética, necrose e morte prematura das folhas e podridão de colmos e espigas, comprometendo a produtividade e qualidade de grãos (CASELA, et al., 2006).

Os dados de pesquisa sobre o controle químico de doenças foliares em milho ainda são incipientes e com grandes lacunas de informações. Esse cenário que é agravado pelo rápido e contínuo desenvolvimento de novos híbridos que são colocados no mercado, assim como novas formulações de fungicidas, necessitando uma avaliação continuada da eficácia e suas interações com esses híbridos. Quando consideramos a utilização do milho como planta inteira para produção de forragem para alimentação de bovinos e não somente na utilização do grão, a carência de informações referente a influência do manejo fitossanitário sobre as características química-bromatológica são ainda maiores. Informações de massa seca total, teor de proteína, FDN, são muito importantes para os consumidores desse produto, mas pouco se sabe sobre os impactos dos manejos fitossanitários sobre elas.

O gasto de energia da planta no mecanismo de defesa da planta frente ao ataque de um patógeno ou suas perdas ocasionadas por ele podem ser compensadas por outros fatores, não expressando as diferenças nos componentes de rendimento que compõem a produtividade, ou esses ficam diluídos em outros pontos afetados, como por exemplo a qualidade bromatológica.

Muitas vezes a diferença na variável produtividade de grãos não se expressa de forma significativa em virtude de fatores ligados ao tipo de resistência de plantas a doenças estarem ligados estritamente a variável produção de grãos. Porém, efeitos na produção de massa, qualidade nutricional, digestibilidade de planta inteira, podem sofrer grandes influências e passar despercebido, podendo levar a um equívoco na real resposta econômica tanto da utilização da resistência genética a doenças, como também da resposta do uso de fungicida no controle de doenças quando o produto final avaliado é apenas a produtividade de grãos.

A influência do aspecto sanitário, bem como da utilização de fungicidas sobre a fisiologia da planta de milho e conseqüentemente, na qualidade bromatológica ainda carece de informações. Kalebich e Cardoso (2017) relatam a importância de conhecer os diferentes fatores inerentes a essa questão que devem servir de base para o posicionamento de se efetuar o controle químico frente a aspectos técnicos e econômicos.

No intuito de preencher essa lacuna de informações o presente trabalho teve por objetivo avaliar através de uma série de ensaios a resistência de diferentes híbridos de milho às principais doenças foliares e a interação de diferentes fungicidas usados no controle de doenças foliares com os efeitos na produtividade de grãos, produção de matéria seca e qualidade química-bromatológica na presença e ausência de doenças foliares na cultura do milho, onde os resultados são apresentados a seguir.

CAPÍTULO I

Suscetibilidade de híbridos de milho a doenças foliares e resposta ao uso de fungicida

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar a suscetibilidade de diferentes híbridos de milho a doenças foliares e a resposta ao controle químico com fungicida. Doze híbridos de milho foram cultivados e submetidos a dois diferentes manejos, com e sem fungicida. O manejo com fungicida foi composto por três aplicações de *piraclostrobina* + epoxiconazole + *fluxapiroxade* (81 + 50 + 50 g.i.a ha⁻¹) nos estádios fenológicos V8, VT e R2. Foram avaliadas a área abaixo da curva de progresso (AACP) para as doenças foliares mancha-branca (*Phaeosphaeria maydis/Pantoea ananatis*), cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*), mancha de turcicum (*Exserohilum turcicum*), ferrugem polissora (*Puccinia polysora*), ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), produção de massa verde (MV), massa seca (MS) e produtividade de grãos. Os resultados demonstraram que as aplicações de fungicida reduziram a AACPD das doenças foliares de forma diferenciada conforme o híbrido e a doença analisada, condicionando também a uma resposta diferenciada na produtividade de massa verde, massa seca e rendimento de grãos. O híbrido P1630 foi o que apresentou a maior suscetibilidade a doenças foliares, e DKB290 a menor suscetibilidade de forma geral entre os híbridos analisados, mostrando assim a importância de considerar as características genéticas do híbrido quanto a resistência ou suscetibilidade a doenças foliar no processo de tomada de decisão do uso de fungicida na cultura do milho.

Palavras-chave: Controle químico, *Zea mays*, sanidade foliar, produtividade, massa seca.

Susceptibility of corn hybrids to leaf diseases and response to fungicide

Abstract

This study aimed to evaluate the susceptibility of different corn hybrids to leaf diseases and the response to chemical control with fungicides. Twelve different corn hybrids were cultivated and submitted to two different treatments, with and without fungicide. The fungicide mango was composed of three applications of pyraclostrobin + epoxiconazole + fluxapiraxade (81 + 50 + 50 g.i.a ha⁻¹) at phenological stage V8, VT and R2. The area under the curve of progress (AACCP) for leaf diseases (*Phaeosphaeria maydis/Pantoea ananatis*), cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*), turcicum (*Exserohilum turcicum*), southern rust (*Puccinia polysora*), common rust (*Puccinia sorghi*), and green mass production (MV), dry mass (DM) and grain yield. The results showed that fungicide applications reduced the AUDPC of foliar diseases in a different way, depending on the hybrid and the disease analyzed, also conditioning a different response in green mass yield, dry mass and grain yield, thus showing the importance of considering the genetic characteristics of the hybrid regarding resistance or susceptibility to foliar diseases in the decision-making process for the use of fungicide in the corn crop.

Key words: Chemical control, *Zea mays*, leaf disease, productivity, dry mass

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais produzidos no mundo, sendo o Brasil o terceiro maior produtor, estando atrás dos Estados Unidos da América e da China. Para a safra agrícola de 2020/21 a área cultivada no Brasil superou 19 milhões de hectares e produção de 104 milhões de toneladas de grãos, sendo o segundo grão mais cultivado no território brasileiro, ficando apenas atrás da soja (CONAB, 2021).

Nos últimos anos, a taxa de consumo do grão tem sido superior à taxa de produção nos principais países produtores do cereal como Estados Unidos e China, apresentando uma tendência de déficit do produto ao longo dos anos (CONAB 2018). Recentemente, a USDA (2017) em relatório sobre a safra mundial de milho 2017/18 projetou um consumo mundial recorde e uma expectativa de redução da oferta do produto, exportação e estoque final global para o cereal.

O cenário de desequilíbrio entre produção e consumo nos remete a necessidade de avanços em tecnologias produtivas para a cultura do milho e técnicas para melhorar a eficiência de utilização do produto a fim de evitar um colapso na cadeia do cereal com consequências também para outros setores que estão interligados a cadeia consumidora desse produto.

A busca por melhorias na eficiência das cadeias produtivas para segurança no abastecimento global foi discutida por Karan e Magalhães (2014), onde a busca por práticas mais eficientes de produção e diminuição das perdas por enfermidades são alternativas a serem buscadas para se evitar um colapso na cadeia pela falta de produto para atender a demanda produtiva a longo prazo.

Na cultura do milho os danos causados pelas doenças foliares são decorrentes da redução da área foliar, diminuição da capacidade fotossintética, necrose e morte prematura das folhas e podridão de colmos e espigas, comprometendo a produtividade e qualidade de grãos. Muitos híbridos de milho possuem um excelente potencial produtivo, porém apresentam baixo nível de resistência às doenças, necessitando controle químico dessas doenças para evitar perdas significativas de produção.

A introdução de novos híbridos de milho no mercado, associado com a intensificação dos sistemas produtivos tem levado ao aumento da ocorrência de várias doenças na cultura, sendo as ferrugens e manchas foliares as principais causadoras de redução de produtividade (BARBOSA, 2010). A popularização dessas doenças na cultura tem exigindo dos produtores

a adoção de práticas de manejo cada vez mais eficientes, tanto economicamente como ambientalmente.

Os programas de melhoramento de milho são muito dinâmicos, e disponibilizam no mercado uma variada quantidade de híbridos, fazendo-se necessário avaliar o comportamento desses híbridos em relação a doenças, para orientar os trabalhos de melhoramento visando à obtenção de cultivares resistentes e também para orientar na escolha e recomendação de cultivares mais adaptadas as diferentes regiões (PINHO et al., 2001).

Quando consideramos o milho sob o ponto de vista de utilização como planta inteira para produção de forragem para alimentação de bovinos de corte e leite, e não somente pela forma de utilização como grão, existe uma carência de informações referente a influência do manejo fitossanitário na produção de biomassa de parte aérea com destino a elaboração e utilização como forragem. A diferença na variável produtividade de grãos muitas vezes não expressa diferença significativa nos tratamentos analisados, no entanto, os efeitos na produção de massa verde, massa seca por área nos remete à uma outra visão de resposta econômica do controle químico de doenças foliares na cultura do milho.

A desfolha prematura na cultura do milho afeta negativamente alguns componentes do rendimento. Souza et al., (2015) observaram em estudos de desfolha artificial, que essa ocasionada após o florescimento reduziu nas proporções de 84%, 73% e 82% a produtividade de grãos nos híbridos testados. Segundo Silva (2007), uma destruição de 25% da área foliar do milho em sua porção terminal, próximo ao florescimento, pode reduzir 32% a produção.

Estudos analisando a influência da ferrugem comum do milho, *Puccinia sorghi*, pesquisas mostraram que em média, a cada 10% de aumento na severidade a produção de milho é reduzida de 2,4 a 7,0% (SHAH e DILLARD, 2006). Outros trabalhos também mostram que em condições ambientais favoráveis a doenças, a cada 1% na severidade da mancha foliar causada pelo fungo *Cercospora zea-maydis* reduziram a produção de milho em 47,6 kg.ha⁻¹ quando comparado a um híbrido tolerante (NUTTER e JENCO, 1992; WARD et al., 1999).

Nesse sentido, desenvolveu-se o presente trabalho no intuito de avaliar a suscetibilidade de diferentes híbridos de milho e a resposta do uso de fungicida no controle de doenças foliares e efeito na produção de massa seca e produtividade de grãos em doze diferentes híbridos de milho cultivados na região noroeste do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no município de Guarani das Missões, RS, em área de sistema de plantio direto consolidado, latitude 28°12'48.97"S, longitude 54°31'47.25", região noroeste do RS, altitude média de 216 metros. O delineamento experimental constou de blocos casualizados, em esquema fatorial (12x2) com quatro repetições.

O experimento foi estabelecido em 09/09/2018, com população de 70 mil plantas. ha⁻¹ (3,5 plantas por metro linear, com espaçamento de 0,5 metros entre linhas). Para a condução do experimento, adubação, semeadura, adubação nitrogenada de cobertura, controle de plantas invasoras, controle de insetos seguiu-se as orientações técnicas para a cultura do milho, utilizando-se adubação para expectativa de 11 ton.ha⁻¹ conforme indicações técnicas da cultura do milho 2017 (REUNIÃO, 2017). Foram efetuadas três aplicações de inseticida, sendo uma após a semeadura e duas durante o ciclo vegetativo das culturas em todo o experimento visando garantir a ausência de pragas e danos em todos os híbridos e parcelas que poderiam elevar o erro experimental.

As parcelas principais foram representadas pelos doze híbridos de milho de representatividade a nível de campo na região de condução do experimento e com indicações técnicas para cultivo na região. Os híbridos foram: AG 8780, AG 9025, 2B433, LG6030, DKB 290, AS1677, P1630, 2A620, DKB 240, P30F53, FÓRMULA e MAXIMUS. As subparcelas foram representadas pelo tratamento com fungicida e a testemunha sem fungicida. Para os tratamentos com fungicida, foi utilizado o fungicida piraclostrobina + epoxiconazole + fluxapiraxade (81 + 50 + 50 g.i.a ha⁻¹) em três aplicações: no estágio fenológico V8 (oito folhas expandidas com colar visível), VT (início do pendramento) e final de R2 (grão bolha). Foram avaliadas a área abaixo da curva de progresso (AACP) para as doenças foliares mancha-branca (*Phaeosphaeria maydis/Pantoea ananatis*), cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*), mancha de turcicum (*Exserohilum turcicum*), ferrugem polissora (*Puccinia polysora*), ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), produção de massa verde (MV), massa seca (MS) e produtividade de grãos (kg.ha⁻¹).

A unidade experimental foi constituída de cinco linhas com espaçamento de 0,50 m e comprimento de 7,0 m (figura 1). A aplicação dos tratamentos fungicidas foi realizada com pulverizador costal pressurizado à CO₂, barra de aplicação provida de 6 pontas de pulverização do tipo jato plano de faixa ampliada XR 11002, espaçadas em 0,5m, com haste auxiliar para aplicação em altura, regulado para pressão constante de 200 kPa e taxa de

aplicação de 150 L.ha⁻¹. As aplicações foram realizadas em condições adequadas de temperatura e umidade relativa do ar, visando a correta deposição e absorção dos tratamentos com os fungicidas. A faixa de temperatura durante as aplicações variou de 22 a 30 °C e umidade relativa de 58 a 82%.

Para a avaliação de doenças foram analisadas quatro plantas lineares da linha central da parcela em observações visuais não destrutivas em três folhas por planta, sendo uma folha localizada na altura da espiga, uma folha imediatamente abaixo e uma folha imediatamente acima da espiga para compor a média da parcela. Na avaliação em V8 foi considerado as três últimas folhas superiores completamente desenvolvidas.

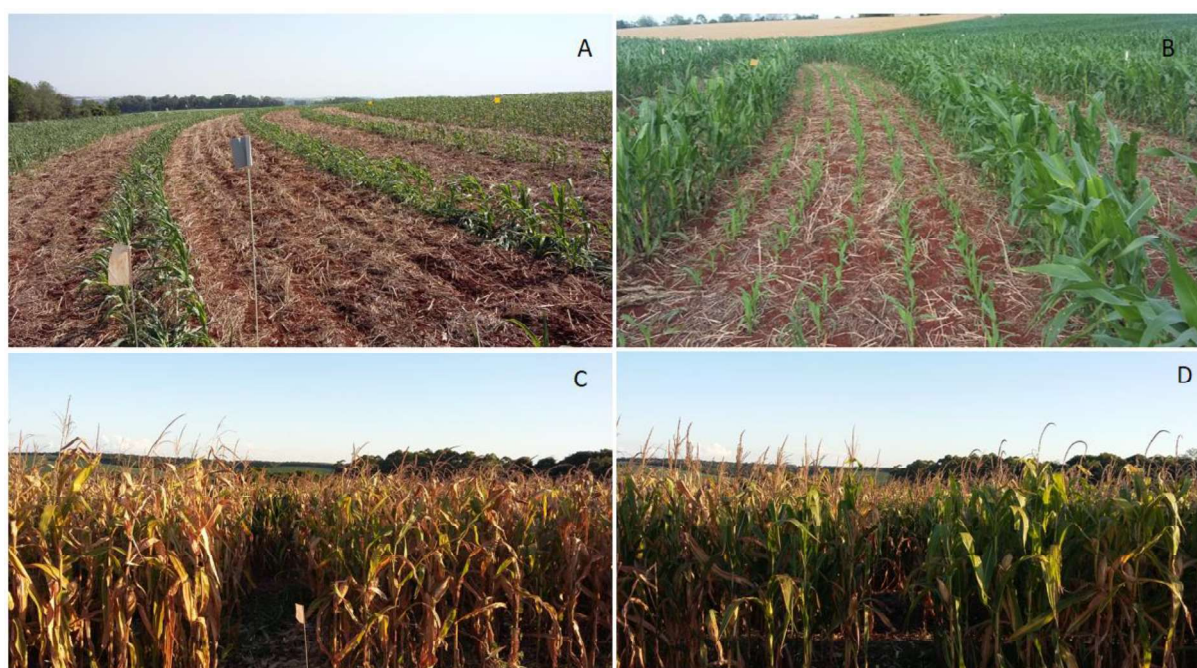


Figura 1: Implantação (A), condução e desenvolvimento do experimento compostos por diferentes híbridos de milho (B,C e D).

A avaliação da severidade das doenças foi baseada nas escalas diagramáticas para as doenças mancha-branca (SACHS et al., 2011), ferrugem polissora, ferrugem comum e cercosporiose (AGROCERES, 1996), mancha-de-turcicum (LAZAROTO et al., 2012). As avaliações foram realizadas em V8, VT, R1, R3, R4 e R5 conforme escala fenológica proposta por Ritchie, Hanway e Benson (1993). A partir dos dados de severidade foi calculada a Área Abaixo da Curva de Progresso das Doenças (AACPD) conforme metodologia proposta por Campbell e Madden (1990).

$$AACPD = \sum_i^{n-1} [(x_i + x_{i+1}) / 2 * (t_{i+1} - t_i)]$$

Onde, n é o número de avaliações, x é a proporção da doença e (t_{i+1} - t_i) é o intervalo entre avaliações.

Para o complexo de ferrugem polissora e ferrugem comum, considerou-se para as avaliações o somatório das duas enfermidades para compor os dados da média da parcela.

Para compreensão da influência das doenças em um contexto geral foi calculada a AACPD para patossistema múltiplo, no qual foi considerado o somatório das médias de todas as doenças avaliadas em cada parcela, representando um valor de área total afetada pelas doenças foliares.

A análise dos resultados através da compilação das avaliações de AACPD das doenças para patossistema múltiplo foi proposta a fim de propor uma abordagem mais sistêmica das condições de campo e comprometimento de área verde da planta, uma vez que os danos raramente são causados por uma única doença e essa variável fornece uma integração de todos os componentes do complexo de doenças ocorrido (TENG 1983; JOHNSON 1992).

A análise de rendimento de grãos foi estimada através da colheita manual de 36 espigas dentro da área de 5,25 metros quadrados compreendido pelas três linhas centrais de 3,5 metros de comprimento, conforme tamanho ideal de parcela preconizada por Cargnelutti Filho et al., (2011). Após a trilha, limpeza e pesagem dos grãos, as amostras foram condicionadas em estufa de circulação forçada a 65°C, por 48 horas até obter peso constante e posteriormente corridas para 13% de umidade.

A avaliação de produção de massa seca total foi realizada através de uma amostra constituída de seis plantas de cada parcela, sendo composta por uma planta de cada extremidade útil das três linhas centrais. As plantas foram cortadas a 10 cm de altura do nível do solo, pesadas, trituradas e posteriormente secadas em estufa de circulação forçada a 65°C, por 72 horas até obter peso constante para a determinação do teor de matéria seca.

Para a análise estatística, os dados foram submetidos a análise da variância (ANOVA) através do teste F, e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doenças foliares que ocorreram com maior expressividade nos híbridos do experimento foram mancha-branca (*P. maydis/P. ananatis*), cercosporiose (*C. zea-maydis*), helmintosporiose (*E. turcicum*), ferrugem polissora (*P. polysora*), ferrugem comum (*P. sorghi*). Em menor grau de ocorrência também foram identificadas antracnose (*Colletotrichum graminicola*), diplodia-macrospora (*Stenocarpela macrospora*), essas por menor grau de importância para a cultura na região e baixa ocorrência não foram contabilizadas nas avaliações.

Analisando os resultados da tabela 1, referente a área abaixo da curva de progresso da doença AACPD de ferrugem na condição sem aplicação de fungicida, observa-se que os híbridos P1630, Fórmula e P30F53 apresentaram alta suscetibilidade a ferrugem quando comparado aos demais. Para helmintosporiose, os híbridos de maior suscetibilidade foram P1630, AG 9025, 2B433. No complexo mancha-branca o híbrido P1630 demonstrou alta suscetibilidade à doença, seguido de AG8780 e Fórmula. Quanto à mancha de cercospora, os híbridos de maior suscetibilidade foram P30F53 seguido de DKB 240.

Esses resultados indicam que os híbridos testados apresentam reação diferenciada quando à suscetibilidade as principais doenças foliares avaliadas. Esses resultados corroboram com outros trabalhos desenvolvidos por Silva et al., (2016); Camargos (2013); Lopes et al., (2007), Brito et al., (2011); Brandão et al., (2006) que também apresentam reação de diferença de suscetibilidade a doenças de diferentes híbridos de milho.

Camera et al., (2019) utilizaram aplicação preventiva e curativa para controle de helmintosporiose no milho. Os fungicidas prothioconazol + trifloxistrobina, ciproconazol + azoxistrobina e azoxistrobina mostraram-se eficientes por até 21 dias após no controle da helmintosporiose.

O manejo com fungicida contribuiu para a redução da AACPD das doenças foliares na maioria dos híbridos estudados. Na média geral dos híbridos, o manejo com fungicida proporcionou redução de 62,69%, 65,47%, 44,54% e 47,16% na AACPD para ferrugem, helmintosporiose, mancha-branca e cercospora, respectivamente. Apesar de não ter alcançado êxito em controle total com as três aplicações de fungicida, esse manejo contribuiu positivamente para redução da severidade das doenças e aumento no rendimento de grãos e massa seca quando comparados a não aplicação de fungicida.

Coelho et al., (2019) avaliaram a sanidade de híbridos de milho em função da época de semeadura, doses de N em áreas com e sem rotação de culturas para dois híbridos que também foram testados neste estudo, porém com diferentes propósitos. Os híbridos AG9025

PRO3 (ciclo super-precoce) e P30F53 VHY (ciclo precoce) proporcionaram diferenças quanto à sanidade da planta, com o primeiro híbrido apresentando diferença significativa para podridão do colmo e índice de grãos ardidos. Estes mesmo híbridos apresentam resultado distinto quanto ao surgimento de doenças nas plantas de milho, com a severidade da helmintosporiose mais evidente em AG9025 e cercosporiose para P30F53.

A ocorrência de diferentes doenças fúngicas foliares sobre a mesma folha em igual tempo é muito comum no campo, sendo muitas vezes difícil isolar e quantificar os danos ocasionados por cada uma delas, e o comprometimento de área foliar fotossintetizante tende a ser similar, uma vez comprovada a severidade pela área afetada da folha por escalas diagramáticas. Quando analisamos a AACPD para patossistema múltiplo, prevemos um dano na área foliar aditivo das doenças avaliadas, e quando analisamos essas médias observa-se que o manejo com fungicida reduziu em média 56,79% da área AACPD das doenças nos híbridos em estudo.

Moratelli et al., (2015) avaliaram a influência do estágio fenológico e aplicações de fungicidas para o controle de doenças foliares no milho, constatando-se que o uso destes de maneira preventiva (estágio vegetativo), quando a doença ainda não se apresenta com alta severidade, proporcionou redução na curva de progresso das doenças mancha branca e cercosporiose, quando comparadas àquelas aplicações de fungicidas realizadas após o início do estágio reprodutivo, uma vez que nesta situação, há maior severidade.

Ao analisarmos os efeitos na produção de biomassa, produtividades de grãos e massa seca entre os híbridos, os mesmos diferem tanto no manejo com e sem a utilização de fungicida. Esse resultado era esperado, visto as diferenças genéticas e adaptabilidade do material à cada condição edafoclimática e nível tecnológico adotado.

Na maioria dos híbridos houve aumento na média da variável produtividade de grãos, apresentando um incremento médio de produtividade foi de 441,6 kg. ha⁻¹. Com o uso de três aplicações de fungicida, as respostas produtivas em consequência do controle das doenças foliares foram bastante diversos, sendo observado aumentos produtivos de 1166 kg. ha⁻¹ em híbridos de maior resposta a aplicação de fungicida, como por exemplo P1630, até respostas nulas ou negativas de -169 kg. ha⁻¹ como por exemplo LG 6030.

Esse efeito negativo ou nulo na produtividade de grãos, mas positivo na produção de massa seca pode estar atrelado à interação do híbrido a algum efeito do uso do fungicida ou do adjuvante na formação dos componentes produtivos do grão durante a polinização e germinação dos grãos de pólen ou até mesmo na polinização, que conseqüentemente, pode ter

interferido na produtividade de grãos, fato esse que necessita de maiores trabalhos para ser elucidado (BASF, 2009). Outro fator que também pode estar relacionado é a relação fonte-dreno e ao índice de colheita, que é uma medida da eficiência do transporte de fotoassimilados para o grão, características essas que afetam diretamente a distribuição na planta (MONTEIRO et al., 1998; ARGILLIER et al., 1995).

Em contraponto, Vilela et al., (2012) estudando a utilização dos fungicidas piraclostrobina + epoxiconazol e azoxistrobina + ciproconazol no pré-pendoamento do milho, observou a redução da incidência de doenças, porém, não observou incremento de produtividade, o que corrobora com os resultados negativos ou não significativos no rendimento de grãos em alguns híbridos desse experimento quando com o uso de fungicida.

Costa et al., (2019) avaliaram os híbridos DKB 350 PRO, DKB 390 PRO, LG 6038 PRO e LG 6036 PRO, no controle de doenças do colmo. Os autores concluíram que os híbridos de milho com maior potencial produtivo sofreram as maiores perdas de rendimento devido às doenças. Alguns híbridos como FORMULA e MAXIMUS apresentaram esse comportamento, visto que, seus resultados para produtividade diferenciaram quando o controle para doenças não foi realizado. Em relação às médias das doenças, que se apresentam muito altas, isso se deve a alguns híbridos que são muito suscetíveis as doenças e apresentaram ocorrência muito superior aos demais.

Bosquette et al., (2012), estudando o desempenho agrônômico de cinco cultivares de milho em função da aplicação ou não de fungicida constatou que o fungicida azoxystrobina + ciproconazole proporcionou maior sanidade das plantas e aumento de 19% na produtividade de grãos. No presente estudo a resposta média foi de 4,2% em aumento de produtividade, sendo comparado baixo ao percentual médio encontrado pelo autor, provavelmente em virtude da baixa intensidade de ocorrência de doenças no experimento, como já foi mencionado anteriormente.

Quando analisamos a influência do manejo com fungicida sobre a produção de matéria seca, observamos ganho positivo em todos os híbridos, com um ganho médio de 811 kg.ha⁻¹, representando um aumento médio de 3,8% na produção de massa seca, variando de 87 kg.ha⁻¹ (0,4%) para o híbrido Maximus, a 1960 kg. ha⁻¹ (9,8%), no híbrido P30F53.

Segundo Fancelli (2013), para a exploração do alto potencial produtivo das plantas, é fundamental a manutenção da integridade foliar localizada acima das espigas, principalmente pelo controle de pragas e doenças. A redução da área foliar promovida por doenças afeta a

transmissão de fotoassimilados acumulados nas folhas para os grãos, restringindo a quantidade de matéria seca a ser acumulada nos grãos ao fim do seu período de enchimento. No presente experimento, a severidade das doenças foliares evoluiu mais acentuadamente após o pendoamento, no entanto em baixa intensidade, o que possivelmente foi causa de perdas de produtividade em menor magnitude.

Estudos analisando a influência da ferrugem comum do milho, *Puccinia sorghi*, pesquisas mostraram que em média, a cada 10% de aumento na severidade a produção de milho é reduzida de 2,4 a 7,0% (SHAH e DILLARD, 2006). Outros trabalhos também mostram que em condições ambientais favoráveis a doenças, a cada 1% na severidade da mancha foliar causada pelo fungo *Cercospora zeaemaydis* chegou a reduzir a produção de milho em 47,6 kg. ha⁻¹ quando comparado a um híbrido tolerante (NUTTER e JENCO, 1992; WARD et al., 1999).

Lorenzetti et al (2020), estudaram caracteres agronômicos e manejo de doenças em milho de segunda safra com uso de alguns nutrientes. Para isso, a utilização de dois híbridos de milho: 30A37PW e FÓRMULA, apontando este último como maior incidência de mancha branca quando comparado com o outro híbrido, resultado encontrado também nesse estudo.

As condições descritas neste experimento demonstram resposta diferenciada dos híbridos de milho estudados a suscetibilidade às doenças foliares causadas por *Phaeosphaeria maydis/Pantoea ananatis*, *Cercospora zeaemaydis*, *Exserohilum turcicum*, *Puccinia polysora/Puccinia sorghi*. As aplicações de fungicida reduziram a AACPD das doenças foliares de forma diferenciada conforme o híbrido e a doença analisada, condicionando também a uma resposta diferenciada na produtividade de massa seca e rendimento de grãos.

A influência do uso de fungicida no controle das doenças foliares e os efeitos na produção de massa seca e produtividade de grãos variam conforme as características e suscetibilidade dos híbridos, mostrando assim a importância de considerar as características genéticas do híbrido quanto a resistência ou suscetibilidade a doenças foliar no processo de tomada de decisão do uso de fungicida na cultura do milho.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados desse trabalho podemos concluir que o controle das doenças foliares com o uso de fungicida e a influência na produção de massa seca e produtividade de grãos possui interação com o tipo de híbrido de milho.

Entre os híbridos analisados na condição sem fungicida o P1630 é o material mais suscetível para as doenças foliares analisadas e o material DKB 290 e Maximus os menos suscetíveis a doenças foliares.

Tabela 1. Área abaixo da curva de progresso (AACP) das doenças ferrugem polissora/ferrugem-comum, helmintosporiose, mancha-branca e cercospora em diferentes híbridos de milho em manejo com e sem aplicação de fungicida. Guarani das Missões, RS, 2022.

Híbrido	Ferrugem		Helmintosporiose		Mancha-branca		Cercospora	
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
AG 8780	9,98 aA	20,31 aA	45,1 cA	48,75 bA	216,03 bcA	297,57 bB	28,81 bcA	36,31 cdeA
AG 9025	3,37 aA	10,12 aA	28,46 bcA	140,65 dB	21,56 aA	36,93 aA	19,35 abcA	32,18 cdeA
2B433PW	9,15 aA	1,68 aA	9,37 abA	123,3 cdB	23,81 aA	129,81 abB	0,56 aA	19,37 abcdB
LG6030	96,67 cA	76,92 bcB	22,75 abcA	5,81 aB	14,06 aA	19,18 aA	17,12 abcA	12,75 abcA
DKB 290	2,06 aA	8,88 aA	11,18 abA	10,31 aA	17,81 aA	15,56 aA	0,32 aA	0,56 aA
AS1677	0,00 aA	3,56 aA	0,56 aA	11,43 aA	71,93 abA	83,95 aA	1,12 aA	3,56 abA
P1630	68,82 cA	273,32 eB	72,80 dA	237,76 eB	266,07 cA	556,13 cB	21,18 abcA	38,18 deB
2A620	1,12 aA	18,87 aB	12,75 abA	19,31 aA	7,92 aA	65,15 aA	4,12 aA	5,25 abA
DKB 240	21,46 abA	57,27 bB	6,00 abA	13,31 aA	12,93 aA	17,81 aA	14,62 abcA	47,87 eB
P30F53	7,31 aA	96,58 cdB	6,00 abA	22,62 abB	13,50 aA	56,96 aA	33,87 cA	103,65 fB
FÓRMULA	38,50 bA	124,74 dB	41,93 cA	109,30 cB	159,47 abcA	266,78 bB	16,50 abcA	23,53 abcdeA
MAXIMUS	3,00 aA	8,43 aB	1,68 abA	6,37 aA	6,97 aA	8,25 aA	7,31 abA	25,32 bcdeB
MÉDIA	21,79 A	58,39 B	21,55 A	62,41 B	71,82 A	129,51 B	13,70 A	29,05 B
CV (%)	29,73		27,62		66,89		48,24	

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Área abaixo da curva de progresso (AACP) para patossistema múltiplo das doenças foliares produtividade de grãos e massa seca e ganhos de produção de diferentes híbridos de milho em manejo com e sem aplicação de fungicida. Guarani das Missões, RS, 2022.

Híbrido	Patossistema Múltiplo				Produtividade grãos				Massa Seca (MS)		Ganho de produção	
	AACP				(kg.ha ⁻¹)				(kg.ha ⁻¹)		(kg.ha ⁻¹)	
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Rendimento grãos	Massa Seca total
P30F53	60.72 ab A	279.82 b B	11917 hi A	11185 ef B	21962 bc A	20002 a B	+ 732	+ 1960				
2A620	55.95 ab A	108.60 ab A	10701 de A	10406 dB	21290 ab A	20124 ab B	+ 295	+ 1166				
LG6030	150.62 abc A	114.70 ab A	9590 a A	9759 b A	20854 a A	20144 ab B	- 169	+ 710				
P1630	428.92 d A	1105.42 d B	10928 e A	9762 bc B	21189 ab A	20168 ab B	+ 1166	+ 1021				
FÓRMULA	256.40 bcd A	524.40 c B	10457 cd A	9300 a B	22038 bc A	20226 ab B	+ 1157	+ 1812				
DKB 240	55.05 ab A	136.30 ab A	11744 gh A	11448 fg B	21511 abc A	20964 bc A	+ 296	+ 547				
2B433	42.92 a A	274.20 b B	10084 b A	10091 cd A	21752 abc A	21525 cd A	- 7	+ 227				
AG 9025	72.75 ab A	219.95 ab B	12162 i A	11910 h B	23275 de A	21818 cd B	+ 252	+ 1457				
MAXIMUS	19.00 a A	48.42 a A	10315 c A	9727 b B	21952 bc A	21865 cd A	+ 588	+ 87				
AS1677	73.65 ab A	102.55 ab A	11280 f A	10901 e B	22422 cd A	22317 de A	+ 379	+ 105				
DKB 290	31.07 a A	35.35 a A	11840 hi A	11701 gh A	23969 e A	23168 ef B	+ 139	+ 801				
AG 8780	299.92 d A	630.70 c B	11474 fg A	11002 e B	23306 de A	23166 f A	+ 472	+ 140				
MÉDIA	128.92 A	298.37 B	11041 A	10599 B	22127 A	21316 B	441,6	836,1				
CV (%)	39,95		1,28		1,83							

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIORÁFICAS

- AGROCERES. **Guia Agroceres de Sanidade**. São Paulo: Agroceres, 1996. 72p.
- ARGILLIER, O.; HEBERT, Y.; BARRIERE, Y. Relationships between biomass yield, grain production, lodging susceptibility and feeding value in silage maize. **Maydica**, v.40, n.2, p.125-136,1995.
- BARBOSA, C.A. **Manual da Cultura do Milho**. Viçosa: AgroJuris, 2010. 199p.
- BASF Corporation. **Headline® fungicide supplemental label for application instructions. 2009**. Disponível em : www.cdms.net/LDat/ld62L063.pdf acesso em 01/05/2021.
- BOSQUETTE, W, JÚNIOR, J.B.D., FACHIN, G.M.; ARRUA, M.A.M.; COSTA, A.C.T. Características Agronômicas de Cinco Cultivares de Milho Submetidos à Aplicação Foliar de Fungicida em Diferentes Estádios Fenológicos. **Anais. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - Águas de Lindóia**, 2012.
- BRANDÃO, A.M.; JULIATTI, F.C.; DE BRITO, C.H.; GOMES, L.S.; RIBEIRO DO VALE, F.X.; HAMAWAKI, O.T. Fungicidas e épocas de aplicação no controle da ferrugem comum (*Puccinia sorghi*) em diferentes híbridos de milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 19, p.43-52, jan./abr., 2006.
- BRITO, A. H.; VON PINHO, R.G.; SANTOS, A.O.; SANTOS, S. Reação de híbridos de milho e comparação de métodos para avaliação da Cercosporiose e Mancha Branca. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 35-41, jan. 2011.
- CAMARGOS, R. B. **Reação de híbridos de milho à mancha-branca, cercosporiose e ferrugem comum**. 2013. 70p. Dissertação (mestrado)- UFLA, Lavras, 2013.
- CAMERA, J.N.; KOEFENDER, J.; GOLLE, D.P.; FLORES, E.F.; BORTOLOTTI, R.P.; SCHOFFEL, A.; DEUNER, C.C. Aplicação preventiva e curativa de fungicidas para controle da helmintosporiose em milho. **Holos**, v.2, n.1, p. 1-10, dez. 2019.
- CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. Introduction to plant disease epidemiology. New York, NY: **Wiley**,1990, 532p.

CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C.; CASAROTTO, G.; FICK, A.L. Tamanho ótimo de parcela em milho com comparação de dois métodos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.11, p.1890-1898, 2011.

COELHO, A. E.; SANGOI, L.; CASA, R. T.; KUNESKI, H. F.; PANISON, F.; LEOLATO, L. S.; DURLI, M. M.; BERGHETTI, J. Sanidade de híbridos de milho em função da época de semeadura, doses de N em áreas com e sem rotação de culturas. **Colloquium Agrariae**. v. 15, n. 2, p. 101–113, 2019. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/2587> . Acesso em 27 out. 2021.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária, safra 2020-2021**, v.9, 2021, 85p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária, safra 2018-2019**, v.6, 2018, 54p.

COSTA, R.V. da; SIMON, J.; COTA, L.V.; SILVA, D.D.; ALMEIDA, R.E.M.; LANZA, F.E.; LAGO, B.C.; PEREIRA, A.A.; CAMPOS, L.J.M.; FIGUEIREDO, J.E.F. Yield losses in off-season corn crop due to stalk rot disease. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.54, 2019. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00283> acesso dia 18 de mai. 2021.

FANCELLI, A.L. **Milho: estratégias de manejo**. Piracicaba: Esalq, 2013. 180p.

JOHNSON, K.B. Evaluation of a mechanistic model that describes potato losses caused by multiple pests. **Phytopathology**, v.82, p.363-369, 1992

KARAN, D.; MAGALHÃES, P. C. **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global**, Ed. Salvador: ABMS, 2014, 411 p.

LAZAROTO, A.; SANTOS, I.; KONFLANZ, V.; MALAGI, G.; CAMOCHENA, R. C. Escala diagramática para avaliação de severidade da helmintosporiose comum em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 12, p. 2131-2137, 2012.

LOPES, M. T. G.; LOPES, R.; BRUNELLI, K. R.; SILVA, H. P.; MATIELLO, R. R.; CAMARGO, L. E. A. Controle genético da resistência à mancha de *Phaeosphaeria* em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 605-611, 2007.

LORENZETTI, E.; TARTARO, J.; STANGARLIN, J.R.; KUHN, O. J. Agronomic characters and disease management in second season corn using calcium, copper, manganese and zinc products. **Ciência e Agrotecnologia [online]**. v. 44, 2020, Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044025019> acesso em: 27 de out. 2021.

MONTEIRO, M. A. R.; CRUZ, J. C.; OLIVEIRA, A. C.; DURAES, F. O. M. Índice de Colheita: Um forte conceito fisiológico de uso inadequado para seleção de cultivares de milho. In; CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22, 1998, Recife. **Anais**. Sete Lagoas: 1998.

MORATELLI, G.; KAEFER, K. A. C.; ERTEL, F.; VOGT, R. T.; FERREIRA, S. D.; EGEWARTH, V. A. Effect of fungicide application times in the control management of leaf foliar diseases in maize. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 38, p. 3686-3695, 2015.

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

PINHO, R. G.; PATTO, RAMALHO, M. A.; RESENDE, I. C.; SILVA, H. P.; POZAR, G. Reação de híbridos comerciais de milho às ferrugens polissora e tropical. **Fitopatologia Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.36, n. 3, p.439-445, 2001.

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO E REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 62, 2017. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul – Safras 2017/2018 e 2018/2019**. Sertão: EMBRAPA Clima Temperado, 209 p.,2017.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. How a corn plant develops. **Special Bulletin**, Iowa, n. 48. 21p. 1993. Disponível on line: <https://core.ac.uk/download/pdf/83024409.pdf> acesso dia 07 jun. 2021.

SACHS, P. J. D., NEVES, C. C. S. V. J., CANTERI, M. G., e SACHS, L. G. Diagrammatic scale for assesment of the *Phaeosphaeria* leaf spot severity in maize. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n 4, p 202- 204, 2011.

SHAH, D.A.; DILLARD, H.R.; Yield loss in sweet corn caused by *Puccinia sorghi*: A meta-analysis. **Plant Disease**, v. 90, n.11, p. 1413-1418, 2006.

SILVA, A. G., FRANCISCHINI, R., TEIXEIRA, I.R., GOULART., M.M.P., Aplicação de fungicida em híbridos de milho na safra de verão na região Central do Brasil. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, V. 28, n.3/4, p.379-389, 2016.

SILVA, M. Fungos no Milharal. Caderno Técnico Cultivar. **Revista Cultivar**, Ed. 94, 2007.

SOUZA, V.Q.; CARVALHO, I.R.; FOLLMANN, D.N.; NARDINO, M.; BELLE, R.; BARRETO, D.; SCHMIDT, D. Desfolhamento artificial e seus efeitos nos caracteres morfológicos e produtivos em híbridos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.14, n.1, p. 61-74, 2015.

TENG, P.S. Estimating and interpreting disease intensity and loss in commercial fields. **Phytopathology**, v.73, p.1587-1590, 1983.

UNITED STATES DEPARTMENT AGRICULTURE – USDA. **Agricultural Projections**. 2017. Disponível em: <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome> Acesso em: 19 de mai. 2018.

VILELA, R.G.; ARF, O.; KAPPES, C.; KANEKO, F.H.; GITTI, D.D.; FERREIRA, J.P.; Desempenho agrônômico de híbridos de milho, em função da aplicação foliar de fungicidas. **Bioscience Journal**, v.28, n.1, p.25-33, 2012.

WARD, J. M.; STROMBERG, E.L.; NOWELL, D.C.; NUTTER, F.W. Gray leaf spot: A disease of global importance in maize production. **Plant Disease**, v. 83, n.10, p. 884-895, 1999.

CAPÍTULO II

Controle químico de doenças foliares em milho de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças

Resumo

O presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes fungicidas no controle de doenças foliares em três híbridos de milho com diferentes níveis de suscetibilidade a doenças. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições em esquema fatorial (7x3). Os fungicidas utilizados foram: Abacus[®] (piraclostrobina + epoxiconazole) 0,35 L.ha⁻¹, Ativum[®] (piraclostrobina + epoxiconazole + fluxapiroxade) 1,0 L.ha⁻¹, Elatus[®] (azoxistrobina + benzovindiflupir) 0,2 L.ha⁻¹, Priori Xtra[®] (azoxistrobina + ciproconazol) 0,30 L.ha⁻¹, Azimut[®] (azoxistrobina + tebuconazol) 0,5 L.ha⁻¹, Fox[®] (trifloxistrobina+ protioconazol) 0,5 L.ha⁻¹, Orkestra[®] (piraclostrobina + fluxapiroxade) 0,35 L.ha⁻¹. Os híbridos testados foram P1630 VYH (alta suscetibilidade), AG 9025 PRO3 (média suscetibilidade) e MG 300 PWU (baixa suscetibilidade). Foram efetuadas três aplicações nos estádios fenológicos V8 (oito folhas expandidas com colar visível), V11 (pré-pendoamento) e final de R2 (grão bolha). Foram quantificadas as doenças mancha-branca, cercosporiose, helmintosporiose e ferrugem polissora pela AACPD. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Os resultados mostram que o uso de fungicida reduziram a AACPD das doenças avaliadas possuindo interação significativa entre híbrido e manejos de fungicida para a doença cercospora, representando que o controle com fungicida dessa doença tem interação com o nível suscetibilidade do híbrido às doenças foliares. Houve interação significativa também entre nível de suscetibilidade e manejo de fungicidas para produção de massa seca e produtividade de grão, mostrando que a influência na produtividade de grãos e massa seca com o uso de fungicidas é dependente do nível de suscetibilidade do híbrido.

Palavras-chave: *Zea mays*, fungicida, resistência a doenças, AACPD.

Chemical control of foliar diseases in corn with different levels of disease susceptibility

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of different fungicides on the control of foliar diseases in three corn hybrids with different levels of disease susceptibility. The experiment was carried out in a randomized block design, with four replications in a factorial scheme (7x3). The fungicides used were: Abacus[®] (pyraclostrobin + epoxiconazole) 0.35 L.ha⁻¹, Ativum[®] (pyraclostrobin + epoxiconazole + fluxapyroxade) 1.2 L.ha⁻¹, Elatus[®] (azoxystrobin + benzovindiflupyr) 0.2 L .ha⁻¹, Priori Xtra[®] (azoxystrobin + cyproconazole) 0.30 L.ha⁻¹, Azimut[®] (azoxystrobin + tebuconazole) 0.5 L.ha⁻¹, Fox[®] (trifloxystrobin + prothioconazole) 0.5 L.ha⁻¹, Orkestra[®] (pyraclostrobin + fluxapyroxade) 0.35 L.ha⁻¹. The hybrids tested were P1630 VYH (high susceptibility), AG 9025 PRO3 (medium susceptibility) and MG 300 PWU (low susceptibility). Three applications were carried out at the phenological stage V8 (eight expanded leaves with visible collar), V11 (pre-tacking) and final stage of R2 (bubble grain). White spot diseases, brown spot, helminthsporiosis and polysorse rust were quantified by the AACPD. Data were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey test at 5% probability of error. The results show that the use of fungicide to AACPD of the evaluated diseases has significant interaction between hybrid and fungicide management for cercospora disease, representing that fungicide control of this disease has interaction with the level of susceptibility of the hybrid to foliar disease. There was also a significant interaction between the level of susceptibility and fungicide management for dry mass production and grain yield, showing that the influence on grain yield and dry mass with the use of fungicides is dependent on the hybrid's susceptibility level.

Key words: *Zea mays*, fungicides, disease resistance, AACPD.

INTRODUÇÃO

O controle de doenças foliares em milho envolve um conjunto de medidas, como o uso de híbridos tolerantes, rotação de culturas e o controle químico. Entre essas medidas, o controle químico com fungicidas tem ganhado ênfase nos últimos anos como uma ferramenta importante na redução de perdas de produtividade ocasionados por doenças na cultura do milho (DUARTE et al., 2009; COSTA et al., 2012; COTA et al., 2018).

No Brasil, o uso de fungicidas é a principal medida de controle de doenças adotada pelos produtores, sendo os fungicidas pertencentes ao grupos químicos dos triazóis (inibidores da biossíntese de ergosterol), estrobilurinas (inibidores da respiração complexo III: citocromo bc1 (ubiquinol oxidase) no sítio QoI (cyt b gene)), pirazol carboxamida (inibidores da respiração complexo II: Inibidores de Succinato-Desidrogenase), benzimidazóis (inibidores da síntese de DNA e processo de montagem de β -tubulina na mitose), e protetores do grupo dos ditiocarbamato os mais usados para o controle de doenças na cultura do milho (COTA, et al., 2018; FRAC, 2010).

As principais doenças foliares predominantes na cultura do milho nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil são mancha-branca (*Phaeosphaeria maydis/Pantoea ananatis*), ferrugem-comum (*Puccinia sorghi*), ferrugem-polissora (*Puccinia polysora*), ferrugem-branca ou tropical (*Physopella zae*), mancha-por-cercospora (*Cercospora zeaemaydis*), mancha-por-diplodia (*Stenocarpella macrospora*), turcicum (*Exserohilum turcicum*), mancha-por-bipolaris (*Bipolaris maydis* e *Bipolaris zeicola*) e antracnose-foliar (*Colletotrichum graminicola*) e recentemente os enfezamentos vermelho e pálido causado por molicutes (PINTO et al., 2012; FORNASIERI FILHO, 2007).

Conhecimentos regionais como, por exemplo, o número de aplicações, princípios ativos ou grupos químicos utilizados nas aplicações, 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 (PAIVA, et al., 2019).

A expressividade e grau de importância das doenças foliares podem variar conforme as características de predisposição do ambiente em que o híbrido é cultivado, do nível de suscetibilidade das cultivares semeadas, do sistema de manejo utilizado e das interações do patossistema da doença com condições climáticas no período (EMBRAPA, 2009).

O uso de cultivares resistentes constitui o método mais eficiente, racional e econômico para evitar ou reduzir os danos causados por fitopatógenos. (DALLAGNOL, 2018; CASELA;

GUIMARÃES, 2005). Com o desenvolvimento e registro de novas formulações de fungicidas para a cultura do milho faz-se necessário a contínua avaliação desses produtos a fim de desenvolver melhores estratégias de manejo para cada situação e interação com os diferentes híbridos do mercado. A suscetibilidade diferenciada dos híbridos às doenças remete a possíveis interações do controle dessas doenças com fungicidas e a resposta pode ser variada conforme o tipo do fungicida usado, necessitando assim mais informações.

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de diferentes fungicidas no controle químico das doenças foliares mancha-branca (*Phaeosphaeria maydis/Pantoea ananatis*), cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*), helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), ferrugem polissora (*Puccinia polysora*) em três híbridos de milho com diferentes níveis de suscetibilidade a doenças.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Guarani das Missões, RS, em área de sistema de plantio direto consolidado, latitude 28°12'48.11"S, longitude 54°31'47.90", região noroeste do RS, altitude média de 216 metros.

O experimento foi estabelecido no sistema de plantio direto, em 02/10/2019, com população de 70 mil plantas. ha⁻¹. Para a condução do experimento, adubação, semeadura, adubação nitrogenada de cobertura, controle de plantas invasoras, controle de insetos, seguiu-se as orientações técnicas para a cultura do milho, utilizando-se adubação para expectativa de 11 ton. ha⁻¹ conforme indicações técnicas da cultura do milho 2017 (REUNIÃO, 2017).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial (8x3) com quatro repetições. O fator A, fungicidas, foi constituído por sete diferentes fungicidas e uma testemunha sem aplicação de fungicida, e o fator B, três híbridos de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças: P1630 VYH (alta suscetível), AG 9025 PRO3 (média suscetibilidade), MG 300 PWU (baixa suscetibilidade). As características dos híbridos quanto a suscetibilidade às doenças estão descritos na tabela 1.

A combinação dos fatores resultou em 24 tratamentos e um total de 96 parcelas experimentais. A unidade experimental foi constituída de cinco linhas com espaçamento de 0,50 m e comprimento de 7,0 m. A aplicação dos tratamentos fungicidas foi realizada com pulverizador costal pressurizado à CO₂, barra de aplicação provida de 6 pontas de pulverização do tipo jato plano de faixa ampliada XR 110.02, espaçadas em 0,5 m, com haste auxiliar para aplicação em altura, pressão constante de 200 kPa e taxa de aplicação de 150

L.ha⁻¹. As aplicações foram realizadas em condições adequadas de temperatura e umidade relativa do ar, visando a correta deposição e absorção dos tratamentos com os fungicidas. A faixa de temperatura variou de 24 a 30 °C e umidade relativa de 56 a 80%.

Tabela 1. Classificação dos híbridos de milho usados no experimento conforme a reação a doenças foliares com base em informações da empresa detentora do híbrido, informações de literatura e observações de ensaios do experimento do capítulo 1.

Híbrido	Suscetibilidade ¹	Ferrugem	Helminthosporiose	Mancha-branca	Cercospora
P1630 VYH	Alta	+++	++	+++++	+++
AG9025 PRO3	Média	+	++	+	+
MG300 PWU	Baixa	-	-	+	-

¹Níveis de suscetibilidade a doenças foliares

Embora tenhamos informações sobre suscetibilidade advindas de empresas detentoras do híbrido, é relevante acompanhar o desenvolvimento das mesmas em diferentes locais, e com condições desiguais em que esse material foi testado. É esperado que estes dados possam mudar em situações adversas apontando diferença entre suscetibilidade e resistência para cada patógeno apresentado.

Princípios ativos e doses dos fungicidas utilizados estão descritos na tabela 2. Foram efetuadas três aplicações: no estágio fenológico V8 (oito folhas expandidas com colar visível), V11 (pré-pendoamento) e final de R2 (grão bolha). (Figura 1). Todas as aplicações foram realizadas em condições favoráveis de temperatura e umidade relativa do ar, visando a correta deposição e absorção dos tratamentos com os fungicidas.

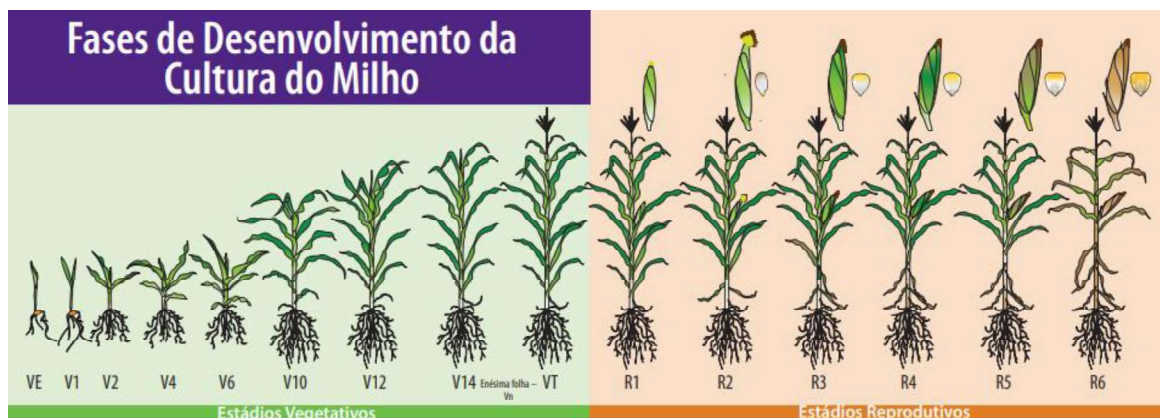


Figura 1- Estágios fenológico da cultura do milho, evidenciando os momentos de aplicação dos fungicidas. Fonte: International Plant Nutrition Institute (IPNI).

Tabela 2. Tratamentos utilizados, ingredientes ativos e doses dos fungicidas em cada tratamento para o controle de doenças fúngicas no milho.

Tratamento/ manejo	Princípios ativos	Produto comercial	Ingrediente ativo (g L ⁻¹)	Dose ¹ (L ou kg ha ⁻¹)
M1	Sem fungicida	-	-	-
M2	piraclostrobina + epoxiconazole	Abacus [®]	260 +160	0,35
M3	piraclostrobina + epoxiconazole + fluxapiroxade	Ativum [®]	81+50+50	1,0
M4	azoxistrobina + benzovindiflupir	Elatus [®]	300 +150	0,20
M5	azoxistrobina + ciproconazol	Priori Xtra [®]	200 +80	0,3
M6	azoxistrobina + tebuconazol	Azimut [®]	120+200	0,5
M7	trifloxistrobina+ protioconazol	Fox [®]	150+175	0,5
M8	piraclostrobina + fluxapiroxade	Orkestra [®]	333 + 167	0,35

¹As doses e uso de adjuvantes conforme recomendações específicas de cada fabricante.

A avaliação de doenças foi realizada analisando quatro plantas lineares da linha central da parcela em avaliações visuais não destrutivas, e em cada planta foram avaliadas três folhas, uma folha localizada na altura da espiga, uma folha imediatamente abaixo e uma folha imediatamente acima da espiga para compor a média da parcela (Figura 2). Na avaliação em V8 foi considerado as três últimas folhas superiores completamente desenvolvidas.



Figura 2: Avaliação de doenças em diferentes híbridos de milho (A). Avaliação de severidade de doenças em milho (B). Parcelas de milho para avaliação de doenças (C).

A avaliação da severidade das doenças foi baseada nas escalas diagramáticas para as doenças mancha-branca conforme Sachs et al., (2011), ferrugem polissora, ferrugem comum e

cercosporiose segundo Agrocerec (1996) e mancha-de-turcicum segundo Lazaroto et al., (2012). As avaliações foram realizadas em V8, VT, R1, R3, R4 e R5 conforme escala fenológica da cultura do milho proposta por Ritchie, Hanway e Benson (1993). A partir dos dados de severidade foi calculada a Área Abaixo da Curva de Progresso das Doenças (AACPD) conforme metodologia proposta por Campbell e Madden (1990).

$$AACPD = \sum_i^{n-1} [(x_i + x_{i+1}) / 2 * (t_{i+1} - t_i)]$$

Onde, n é o número de avaliações, x é a proporção da doença e (t_{i+1} - t_i) é o intervalo entre avaliações.

Com o objetivo de garantir a presença das principais doenças nas áreas experimentais foi adotado uma unidade sentinela de monitoramento na bordadura do experimento, semeada 30 dias antes da instalação do experimento com híbridos suscetíveis, visando detectar a presença do patógeno no local garantindo assim, a presença de inóculo.

A avaliação de produção de massa verde e seca total foi realizada a partir de seis plantas de cada parcela, representado por uma planta de cada extremidade útil das três linhas centrais. As plantas foram cortadas a 10 cm de altura do nível do solo, pesadas, trituradas em triturador de forragens em partículas médias de 0,5 a 1,5 cm de diâmetro e homogeneizada. Uma amostra de 500 gramas foi levada a estufa de circulação forçada a 65°C, por 72 horas até obter peso constante para a determinação do teor de matéria seca e com base desse valor, calculado o teor de massa total final da amostra.

A análise de rendimento de grãos foi estimada através da colheita manual de 36 espigas dentro da área de 5,25 metros quadrados compreendido pelas três linhas centrais de 3,5 metros de comprimento, conforme tamanho ideal de parcela preconizada por Cargnelutti Filho et al., (2011). Após a trilha, limpeza e pesagem dos grãos, as amostras foram condicionadas em estufa de circulação forçada a 65°C, por 48 horas até obter peso constante e posteriormente corrigidas para 13% de umidade.

Dados climáticos como temperatura, radiação solar e precipitação foram monitorados durante a condução do experimento por meio da Estação Meteorológica automática do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) base Santa Rosa (INMET, 2020), e as precipitações monitoradas no local do experimento através de pluviômetro.

Os dados coletados foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk ($p \leq 0,05$) e homogeneidade de variâncias pelo teste de Bartlett ($p \leq 0,05$). Os mesmos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e as médias foram agrupadas pelo

teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Também foi realizado o teste de correlação de Pearson entre as variáveis. Para as variáveis massa seca e AACPD da ferrugem, helmintosporiose e mancha-branca foi utilizada a transformação “ $\ln (X+1)$ ”. Quando houve interação entre os fatores foi realizado o desdobramento. Para as análises, foi utilizado o software Assistat (SILVA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3 estão apresentados os resumos das análises de variância e valores médios das variáveis relacionadas a AACPD de ferrugem, helmintosporiose, mancha-branca, cercosporiose, produtividade de grãos e massa seca em três híbridos de diferentes níveis de suscetibilidade, fungicidas e interação fungicida x híbrido.

Foram observadas diferenças significativas ($P \leq 0,05$) para o fator híbridos e manejo de fungicidas para todas as variáveis avaliadas, já para a interação híbrido x fungicida foi significativa apenas para as variáveis AACPD - cercosporiose, produção de massa seca e grãos.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para AACPD de ferrugem, helmintosporiose, mancha-branca, cercosporiose e produtividade de massa seca e grãos em diferentes híbridos, manejos e interação híbridos x manejo. Guarani das Missões, RS. 2022.

FV	GL	QM					
		Ferrugem	Helminto ¹	Mbranca ²	Cercospo ³	Prod.MS ⁴	Prod.Grãos ⁵
Híbrido	2	10,6707 **	5,3888 **	25,5033 **	5,3116 **	0,0102 **	8872809,27 **
Manejo	7	9,3983 **	7,0390 **	1,8674 **	6,2755 **	0,0056 **	794204,18 **
Bloco	3	0,1512 ns	0,7097 *	1,0151 **	1,5124 **	0,0006 ns	187831,45 **
H*M	14	0,5567 ns	0,4041 ns	0,2563 ns	0,6806 *	0,0021 **	169128,41 **
Erro	69	0,3333	0,2255	0,1426	0,2944	0,0003	36601,27
CV (%)		45,77	34,26	12,47	37,23	0,18	1,78

¹Helmintosporiose, ²Mancha-branca, ³Cercosporiose, ⁴Produção de Massa Seca, ⁵Produção de grãos. FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio. Massa Seca: Transformação $\ln (X+1)$ (logaritmo natural). * e **: significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A interação foi significativa entre híbrido e manejos apenas para a doença cercosporiose, representando que o efeito do fungicida na redução dessa doença tem interação

com o nível suscetibilidade, uma vez que cada híbrido representa um nível de suscetibilidade a doenças. Analisando os aspectos produtivos, observa-se que houve interação significativa também entre nível de suscetibilidade (híbrido) e fungicidas para produção de massa seca e produtividade de grão, mostrando que o efeito do uso do fungicida sobre a produção de massa seca e grãos são dependentes do nível de suscetibilidade do híbrido.

Para os valores de AACPD em ferrugem, helmintosporiose, mancha-branca e cercospora no tratamento sem fungicida, os dados corroboram com as características de suscetibilidade apresentadas na tabela 4, que apresenta a reação às doenças foliares com base nas informações das empresas detentoras dos híbridos e informações de literatura de outros ensaios.

O híbrido MG300 apresentou os menores valores de AACPD para as quatro doenças analisadas, diferindo-se estatisticamente dos outros dois híbridos que são considerados mais suscetíveis, mostrando-se ser o material com menor suscetibilidade entre os híbridos testados. O híbrido P1630 apresentou os maiores valores de AACPD para as doenças confirmando-se a classificação prévia como material de nível altamente suscetível na ausência de uso de fungicida.

Todos os fungicidas foram eficientes na redução da AACPD- ferrugem. Nos híbridos de baixa suscetibilidade (MG300) e média suscetibilidade (AG9025), todos os fungicidas não apresentaram diferenciação entre eles na redução da AACPD-ferrugem. Porém quando o híbrido é de maior suscetibilidade (P1630), existem diferenciação entre os fungicidas sendo os manejos com os fungicidas dos tratamentos M3 (piraclostrobina + epoxiconazole + fluxapiraxade) e M4 (azoxistrobina + ciproconazol) obtiveram as melhores eficiências de controle.

Esses resultados corroboram com os de Grigolli e Grigolli (2019) que estudando o controle de ferrugem polissora no milho obtiveram as melhores eficiências de controle também com o fungicida Ativum[®] (piraclostrobina + epoxiconazole + fluxapiraxade).

Para AACPD-helmintosporiose, não houve interação significativa entre híbrido e fungicida, mostrando que o efeito do fungicida sobre AACPD-helmintosporiose independe do nível de suscetibilidade do híbrido.

Todos os fungicidas testados reduziram a AACPD de helmintosporiose em comparação a testemunha sem aplicação de fungicida em todos os híbridos testados, mas não apresentaram diferenciação entre si para o controle de helmintosporiose.

Camera et al., (2019) testaram a reação de dez híbridos de milho a helmintosporiose e ferrugem comum. Dentre os híbridos estudados, o P1630 VYH apresentou junto com os

outros, as menores áreas abaixo da curva de progresso da severidade da ferrugem comum e em conjunto com a os maiores rendimentos através da utilização de protioconazol + trifloxistrobina. Esses resultados vêm de encontro aos encontrados nesta pesquisa, visto que, o híbrido P1630 respondeu significativamente ao controle de ferrugem com uso destes ingredientes ativos.

Tabela 4. Média dos valores de área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) e percentual de controle (%C) para as doenças ferrugem, helmintosporiose, mancha-branca e cercosporiose em diferentes tratamentos de fungicida em três híbridos de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças foliares. Guarani das Missões, RS 2022.

		Ferrugem					
Manejo ¹	MG300		AG9025		P1630		
	AACPD	% C	AACPD	% C	AACPD	% C	
M1	2.48±0.10 a B	0	3.42±0.15 a AB	0	4.33±0.09 a A	0	
M2	0.63±0.32 b B	74,59	0.90±0.28 b AB	73,68	1.76±0.19 bc A	59,35	
M3	0.35±0.28 b A	85,89	0.90±0.28 b A	73,68	0.90±0.28 c A	79,21	
M4	0.63±0.32 b A	74,59	0.63±0.32 b A	81,57	0.82±0.46 c A	81,06	
M5	0.63±0.32 b A	74,59	0.90±0.28 b A	73,68	1.59±0.24 bc A	63,28	
M6	0.76±0.41 b B	69,35	0.63±0.32 b B	81,57	2.20±0.17 b A	49,19	
M7	0.90±0.28 b B	63,70	0.35±0.28 b B	89,76	1.90±0.27 bc A	56,12	
M8	0.24±0.17 b B	90,32	0.63±0.32 b B	81,57	1.84±0.40 bc A	57,50	

		Helmintosporiose					
Manejo	MG300		AG9025		P1630		
	AACPD	% C	AACPD	% C	AACPD	% C	
M1	2.13±0.17 a B	0	3.70±0.28 a A	0	3.97±0.04 a A	0	
M2	0.78±0.28 b B	63,38	1.39±0.21 b AB	62,43	1.70±0.30 b A	57,17	
M3	0.92±0.16 b A	56,80	0.97±0.12 b A	73,78	1.17±0.16 b A	70,52	
M4	0.67±0.39 b A	68,54	1.19±0.32 b A	67,83	1.39±0.37 b A	64,98	
M5	0.59±0.34 b A	72,30	1.19±0.18 b A	67,83	1.29±0.11 b A	67,50	
M6	0.84±0.36 b A	60,56	1.60±0.19 b A	56,75	1.15±0.15 b A	71,03	
M7	0.59±0.34 b B	72,30	1.79±0.09 b A	51,62	1.23±0.35 b AB	69,01	
M8	0.78±0.32 b A	63,38	1.07±0.11 b A	71,08	1.18±0.00 b A	70,27	

(continua)

Mancha-Branca						
Manejo	MG300		AG9025		P1630	
	AACPD	% C	AACPD	% C	AACPD	% C
M1	2.87±0.15 a C	0	3.73±0.34 a B	0	5.27±0.03 a A	0
M2	1.94±0.12 b C	32,40	3.12±0.22 ab B	16,35	4.00±0.12 b A	24,09
M3	2.18±0.15 ab C	24,04	2.98±0.22 ab B	20,10	3.96±0.15 bc A	24,86
M4	1.77±0.34 b C	38,32	3.22±0.26 ab B	13,67	4.03±0.04 b A	23,53
M5	2.06±0.13 ab C	28,22	2.90±0.18 ab B	22,25	3.58±0.28 bc A	32,06
M6	2.10±0.10 ab B	26,83	2.73±0.13 b B	26,80	3.67±0.17 bc A	30,36
M7	1.95±0.28 b B	32,05	2.92±0.18 ab A	21,71	3.16±0.32 c A	40,03
M8	2.06±0.18 ab B	28,22	2.96±0.19 ab A	20,64	3.53±0.35 bc A	33,01

Cercosporiose						
Manejo	MG300		AG9025		P1630	
	AACPD	% C	AACPD	% C	AACPD	% C
M1	2.32±0.34 a B	0	3.35±0.37 a A	0	3.92±0.09 a A	0
M2	0.67±0.25 b A	71,12	1.20±0.19 c A	64,18	1.50±0.19 b A	61,73
M3	0.54±0.34 b B	76,72	1.37±0.19 bc AB	59,10	1.48±0.30 b A	62,24
M4	0.64±0.37 b B	72,41	1.72±0.33 bc A	48,66	1.30±0.35 b AB	66,84
M5	1.37±0.19 ab A	40,95	1.63±0.27 bc A	51,34	0.97±0.12 b A	75,25
M6	0.86±0.40 b B	62,93	2.53±0.35 ab A	24,48	1.02±0.54 b B	73,98
M7	1.07±0.11 b A	53,88	1.31±0.13 c A	60,89	1.56±0.30 b A	60,20
M8	0.54±0.34 b A	76,72	1.18±0.00 c A	64,77	0.94±0.37 b A	76,02

¹M1: testemunha sem fungicida, M2: piraclostrobina + epoxiconazole; M3: piraclostrobina + epoxiconazole + fluxapiroxade; M4: azoxistrobina + benzovindiflupir; M5: azoxistrobina + ciproconazol; M6: azoxistrobina + tebuconazol; M7: trifloxistrobina + protioconazol; M8: piraclostrobina + fluxapiroxade. ² Controle (%). Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna, indica que não há diferença significativa de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para Ferrugem, Helminthosporiose, Mancha-branca e Cercosporiose os dados foram transformados ln (X+1) (logaritmo natural). Valores são média ± erro-padrão (n=4).

Para AACPD- mancha-branca, não houve interação significativa entre híbrido e fungicida, mostrando que o efeito do fungicida sobre AACPD- mancha-branca independe do nível de suscetibilidade do híbrido. A maioria dos fungicidas apresentaram redução na

AACPD da doença mancha-branca no milho comparados a testemunha sem aplicação de fungicida, porém a diferenciação não foi significativa na maioria dos fungicidas aplicados nos níveis de baixa e média suscetibilidade, apresentando uma diferenciação entre os diferentes fungicidas testados apenas no híbrido de maior suscetibilidade, mas não apresentou diferenciação significativa.

Ressalta-se também, que o maior controle de mancha-branca observado foi de 40,03%, bem abaixo do avaliado para ferrugem, helmintosporiose e cercosporiose, que chegou a 90,32%, 73,78% e 76,72% respectivamente, mostrando a dificuldade de controle da mancha-branca no milho em comparação com as demais doenças avaliadas. A dificuldade de controle da mancha-branca também é relatada por Grigolli e Grigolli (2019), que estudando a eficácia de controle de diferentes fungicidas aplicados em pré-plantio no controle de helmintosporiose, ferrugem polissora e mancha-branca também observou controle inferior de mancha-branca quando comparado as outras doenças.

Para AACPD-cercospora, houve interação significativa entre híbrido e fungicida, mostrando que o efeito do fungicida sobre AACPD-cercosporiose depende do nível de suscetibilidade do híbrido. No nível de alta suscetibilidade, representada pelo híbrido P1630 todos os fungicidas testados apresentaram diferenciação estatística em relação a testemunha, porém não se diferenciaram entre si. Nos níveis de baixa e média suscetibilidade, representada pelos híbridos AG9025 e MG300, houve redução dos níveis de AACPD-cercospora em todos os tratamentos com exceção do manejo M5 (azoxistrobina + ciproconazol) em MG300 e M6 (azoxistrobina + tebuconazol) em AG9025, onde nesses tratamentos e níveis de suscetibilidade a doenças esses fungicidas apresentaram as menores reduções da doença, sendo que os demais fungicidas não apresentaram diferenciação entre si.

Nas tabelas 5 e 6 são apresentados os valores das médias estatísticas de produção de massa seca e rendimento de grãos de três híbridos de milho com níveis de suscetibilidade à doenças distintos e submetidos a aplicações de diferentes fungicidas. Para os dados de massa seca e produtividade de grãos, houve interação significativa entre híbrido e fungicida, mostrando que o efeito do fungicida sobre a massa seca depende do nível de suscetibilidade do híbrido utilizado.

Observa-se que os manejos com fungicidas apresentaram efeito significativo no aumento da produção de massa seca e produtividade de grãos apenas no híbrido de alta (P1630) e intermediária (AG9025) suscetibilidade a doenças, porém quando aplicados em híbrido de maior grau de resistência (MG300) observa-se que nenhum dos manejos de fungicidas apresentaram influencia significativa tanto para a produtividade quanto produção

de massa seca. Os melhores resultados foram observados com o manejo M3 (piraclostrobina + epoxiconazole + fluxapiroxade), seguido do manejo M7 (trifloxistrobina + protioconazol) no híbrido de maior suscetibilidade (P1630).

Tabela 5. Média dos valores de produção de massa seca em diferentes manejos de fungicida e em três híbridos de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças foliares. Guarani das Missões, RS 2022.

Manejo ¹	Produção de Massa Seca (kg ha ⁻¹)		
	MG300	AG9025	P1630
M1	20442.82±166.72 a A	19113.90±81.35 b B	18221.85±206.11 c C
M2	20726.03±208.68 a A	19722.83±186.93 ab B	20204.01±215.79 b AB
M3	20557.11±181.79 a AB	20308.27±317.88 a B	21094.31±80.20 a A
M4	20280.92±98.16 a A	19992.55±114.60 a A	20124.60±43.55 b A
M5	20718.10±67.33 a A	20420.72±403.59 a A	20159.74±194.49 b A
M6	20626.80±63.10 a A	20340.39±128.08 a A	20223.89±176.17 b A
M7	20864.52±177.55 a A	19993.88±134.47 a B	20730.38±130.12 ab A
M8	20975.67±136.76 a A	20093.59±93.71 a B	20006.12±234.05 b B

¹M1: testemunha sem fungicida, M2: piraclostrobina + epoxiconazole; M3: piraclostrobina + epoxiconazole + fluxapiroxade; M4: azoxistrobina + benzovindiflupir; M5: azoxistrobina + ciproconazol; M6: azoxistrobina + tebuconazol; M7: trifloxistrobina + protioconazol; M8: piraclostrobina + fluxapiroxade. Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna, indica que não há diferença significativa de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para Massa Seca os dados foram transformados $\ln(X+1)$ (logaritmo natural). Valores são média ± erro-padrão (n=4).

Quando analisamos os níveis intermediários (AG9025), a maior produtividade de grãos observada foi com o manejo M3 (piraclostrobina + epoxiconazole + fluxapiroxade), seguido de M5 (azoxistrobina + ciproconazol) e M6 (azoxistrobina + tebuconazol). Para o nível de alta suscetibilidade (P1630), as maiores produtividades foram alcançadas também com o manejo M3 (piraclostrobina + epoxiconazole + fluxapiroxade), seguido de M7 (trifloxistrobina+ protioconazol).

Analisado os híbridos sobre o ponto de vista sem o manejo de fungicida observa-se que o híbrido MG300 foi o de maior produção de massa seca, seguido de AG9025. Para a produtividade de grãos, o híbrido mais produtivo sem fungicida foi o AG9025, com

produtividade de 10.617 kg ha⁻¹, seguido do MG 300 com produtividade de 10.498 kg.ha⁻¹, já o híbrido P1630 a produtividade foi de 9.513 kg.ha⁻¹. Quando comparamos as médias de produtividades alcançadas com o melhor tratamento T3, os valores foram de 11.838 kg.ha⁻¹ no milho AG9025 e 10.814 kg ha⁻¹ no milho P1630. Incremento de 1.301 kg ha⁻¹ no híbrido de maior suscetibilidade, 1.221 kg.ha⁻¹ no híbrido de média suscetibilidade, e não apresentando diferenciação estatística no híbrido de baixa suscetibilidade.

Tabela 6. Média dos valores de produtividade de grãos em diferentes manejos de fungicida e em três híbridos de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças foliares. Guarani das Missões, RS 2022.

Manejo ¹	Produtividade (kg ha ⁻¹)					
	MG300		AG9025		P1630	
M1	10497.86±101.28	a A	10617.49±185.58	d A	9513.08±115.17	c B
M2	10692.94±145.23	a B	11158.14±75.61	c A	10350.51±110.55	b C
M3	10681.41±93.66	a B	11838.66±52.20	a A	10814.36±76.56	a B
M4	10464.92±103.29	a B	11411.11±82.34	bc A	10309.83±22.31	b B
M5	10688.89±60.74	a B	11583.98±203.89	ab A	10327.83±99.64	b C
M6	10642.11±83.23	a B	11508.07±59.67	ac A	10360.70±90.25	b B
M7	10738.89±120.00	a B	11311.71±41.99	bc A	10620.18±66.66	ab B
M8	10795.84±102.82	a B	11369.04±75.75	bc A	10249.14±119.91	b C

¹M1: testemunha sem fungicida, M2: piraclostrobina + epoxiconazole; M3: piraclostrobina + epoxiconazole + fluxapiroxade; M4: azoxistrobina + benzovindiflupir; M5: azoxistrobina + ciproconazol; M6: azoxistrobina + tebuconazol; M7: trifloxistrobina + protioconazol; M8: piraclostrobina + fluxapiroxade. Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna, indica que não há diferença significativa de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valores são média ± erro-padrão (n=4).

Bosquette et al., (2012), estudando o desempenho agrônomico de cinco cultivares de milho em função da aplicação de fungicida, em diferentes estádios fenológicos constatou que a aplicação de azoxystrobina + ciproconazole proporcionou maior sanidade das plantas e, conseqüentemente, aumentos de 5 e 12% no diâmetro de colmos e na massa de mil grãos, respectivamente, e de 19% na produtividade de grãos. Vilela et al., (2012), observou que utilização dos fungicidas piraclostrobina + epoxiconazol e azoxistrobina + ciproconazol no pré-plantio do milho reduziu a incidência de doenças, porém, não propiciou o

incremento de produtividade da cultura. Esses resultados variados quanto às respostas ao uso de fungicidas no milho podem estar atrelados a interação entre o manejo fúngico e o nível de suscetibilidade e fator ambiental favorável ou não para a ocorrência da doença.

Observa-se que os manejos com fungicidas apresentaram efeito significativo no aumento da produtividade de grãos dos híbridos de alta e intermediária suscetibilidade, mas quando aplicados em híbrido de maior grau de resistência observa-se que não houve aumento da produtividade. As respostas positivas em produção de massa seca e produtividade de grãos são mais expressivas em híbridos de maior suscetibilidade do que em híbridos com nível mais elevados de resistência a doenças, independente do fungicida usado nesse experimento.

Bradley e Ames (2010) também não observaram um aumento significativo na produção com o uso de fungicida em baixa severidade de doenças. Paul et al., (2011) que em seus trabalhos concluíram que quando a severidade de doenças foliares for baixa, menor a probabilidade de resposta produtiva e econômica da aplicação de fungicida e sendo tanto maior quanto maior for a infecção fúngica (PAUL et al., 2011).

Segundo Costa e Cota (2009) o uso de fungicidas para o manejo de doenças no milho é aconselhada em situações de elevada severidade de doenças e que são decorrentes do uso de genótipos suscetíveis, condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento das doenças e aumento da quantidade de inóculo de doenças acarretada pela falta de rotação de cultura e plantios sucessivos de milho na mesma área, onde nessas condições são esperadas as maiores respostas econômicas das aplicações de fungicidas na cultura do milho.

Nos resultados apresentados nos híbridos de baixa suscetibilidade houve uma menor ocorrência de doenças foliares e corroboram com os dados de Schumacher et al., (2017) que avaliando o efeito da aplicação de piraclostrobina em diferentes épocas e combinações de aplicação em dois híbridos observaram que não houve resposta ao uso de piraclostrobina na ausência de doenças, sendo que a resposta produtiva é relacionada ao controle de doenças e não ao efeito na fisiologia da planta que poderia repercutir em aumento de produtividade.

CONCLUSÃO

A aplicação de fungicida piraclostrobina + epoxiconazole + fluxapiroxade reduz significativamente a AACPD de ferrugem, helmintosporiose, mancha-branca e cercosporiose

na cultura do milho, condicionando a melhores resultado de produtividade de grãos e massa seca.

A resposta na aplicação de fungicida em híbrido de menor suscetibilidade a doenças é menor quando comparada a aplicação em híbridos de maior suscetibilidade a doenças foliares, sendo a influência na produtividade de grãos e massa seca com o uso de fungicidas influenciada pelo nível de suscetibilidade do híbrido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROCERES. **Guia Agroceres de Sanidade**. São Paulo: Agroceres, 1996. 72p.
- BOSQUETTE, W, JÚNIOR, J.B.D., FACHIN, G.M.; ARRUA, M.A.M.; COSTA, A.C.T. Características Agronômicas de Cinco Cultivares de Milho Submetidos à Aplicação Foliar de Fungicida em Diferentes Estádios Fenológicos. **Anais. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - Águas de Lindóia**, 2012.
- BRADLEY, C.; AMES, K. Effect of foliar fungicides on corn with simulated hail damage. **Plant Disease**. V 94, n 1, p. 83-86, 2010.
- CAMERA, J.N.; FORCELINI, C.A.; KOEFENDER, J.; GOLLE, D.P.; SCHOFFEL, A.; DEUNE, C.C. Reaction of maize hybrids to Northern corn leaf blight and common rust, and chemical control of Northern corn leaf blight. **Arquivos do Instituto Biológico [online]**. 2019, v. 86. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000082018> acesso em 27 out. 2021.
- CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York, NY: John Wiley e Sons. 1990. 532p.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C.; CASAROTTO, G.; FICK, A.L. Tamanho ótimo de parcela em milho com comparação de dois métodos. **Ciência Rural**, v.41, n.11, p.1890-1898, 2011.
- CASELA, C. R.; GUIMARÃES, F. B. Rotação de genes no manejo da resistência a doenças. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo v. 13, n.1, p. 321-349, 2005.
- COSTA, R. V; COTA, L. V. Controle químico de doenças na cultura do milho: aspectos a serem considerados na tomada de decisão sobre aplicação. Sete Lagoas: Embrapa, 2009. 11p. **Circular Técnica 125**. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2009/circular/Circ_125.pdf acesso em: 14 dez. 2020.

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

COTA, L. V., COSTA, R. V., SILVA, D. D., LANDAU, E. C., GUIMARÃES, D. P., MACHADO, J. R., MENDONÇA, L. B. P., SILVA, A. F., TARDIN, F. D WALTER, MEIRELLES, F. Monitoramento do Uso de Fungicidas na Cultura do Milho no Brasil. Monitoramento do Uso de. Fungicidas na Cultura do. Milho no Brasil. Sete Lagoas, MG. Dezembro, Embrapa Milho e Sorgo. **Circular Técnica**, 249, 2018.

DALLAGNOL, L. J. **Resistência genética de plantas a patógenos**. Pelotas: Editora UFPel, 2018, 437p.

DUARTE, R. P.; JULIATTI, F.C.; FREITAS, P.T. Eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho. **Bioscience Journal**, v. 25, n.4, p. 101-111, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. 2009. Embrapa Milho e Sorgo. Cultivo do Milho. **Sistemas de Produção**. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8658 acesso em 18 ago. 2020.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Funep, 2007. 574 p.

FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE - FRAC recommendations for fungicide mixtures designed to delay resistance evolution. **Croplife International**, Brussels, Belgium, 2010.

GRIGOLLI, J. F. J.; GRIGOLLI, M. M. K. Doenças do milho safrinha. Fundação MS, **Tecnologia e Produção: Milho Safrinha 2019**, 2019. Disponível em: https://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/355/355/5ebc465a209643ac0082061b6d59af5ce7e8dfce7d1cf_04-doencas-do-milho-safrinha-somente-leitura-.pdf acesso em: 05 nov. 2020.

INMET, **Instituto Nacional de Meteorologia**. BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> acesso em 25 abr. 2020.

LAZAROTO, A.; SANTOS, I.; KONFLANZ, V.; MALAGI, G.; CAMOCHENA, R. C. Escala diagramática para avaliação de severidade da helmintosporiose comum em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 12, p. 2131-2137, 2012.

PAIVA, A. A.; MOREIRA, L. S. O.; FANTIN, L. H.; OLIVEIRA, K. B.; CANTERI, M. G.; YADA, I. F. U. Eficiência de fungicidas no controle da mancha branca do milho segunda safra 2016 e 2017. Londrina, PR: IAPAR, **Boletim Técnico**; n. 93, 38 p., 2019.

PAUL, P.A.; MADDEN, L.V.; BRADLEY, C.A.; ROBERTSON, A.E.; MUNKVOLD, G.P., Meta-analysis of yield response of hybrid field corn to foliar fungicides in the U.S. Corn Belt. **Phytopathology**, v.101, n. 9, p.1122-1132, 2011.

PINTO, N. F. J. A.; OLIVEIRA, E.; FERNANDES, F. T. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças do milho no Brasil. In: GHINI, R.; HAMADA, E. (Ed.). **Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.175-190, 2012.

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO E REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 2017. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul – Safras 2017/2018 e 2018/2019**. Brasília: Embrapa, 209 p., 2017.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. How a corn plant develops. **Special Bulletin**, Iowa, n. 48. 21p. 1993. Disponível on line: <https://core.ac.uk/download/pdf/83024409.pdf> acesso em 07 jun. 2021.

SACHS, P. J. D., NEVES, C. C. S. V. J., CANTERI, M. G., & SACHS, L. G Diagrammatic scale for assesment of the *Phaeosphaeria* leaf spot severity in maize. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n.4, p 202- 204, 2011.

SCHUMACHER, P. V., ROSSATO, M.; NETTO, A.C. P, D'ABADIA, A.C.A, REIS, E. F. Corn hybrids responses to pyraclostrobin use in disease absences. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.84, n.1 p 1-8, 2017.

SILVA, F.A.S. **ASSISTAT: Versão 7.7 beta**. DEAG-CTRN-UFCG. 2014. Disponível em <http://www.assistat.com> acesso em 18 mai. 2017.

VILELA, R.G.; ARF, O.; KAPPES, C.; KANEKO, F.H.; GITTI, D.D.; FERREIRA, J.P.; Desempenho agronômico de híbridos de milho, em função da aplicação foliar de fungicidas. **Bioscience Journal**, v.28, n.1, p.25-33, 2012.

CAPÍTULO III

Influência da aplicação de fungicida na produção e qualidade bromatológica de silagem em híbridos de milho com diferentes níveis de suscetibilidade a doenças

Resumo

O presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de fungicida do controle de doenças foliares na produção e qualidade bromatológica de silagem em híbridos de milho de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças. O experimento foi conduzido no município de Três de Maio, RS, em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições em esquema fatorial (6x2). Os híbridos testados foram P1630VYH e DKB230 PRO3 (alta suscetibilidade), P30F53 VYH e AG 9025 PRO3 (média suscetibilidade), DKB 240 PRO3 e MG 300 PWU (baixa suscetibilidade), com e sem fungicida. Foram quantificadas as doenças mancha-branca, cercosporiose, helmintosporiose e ferrugem polissora pela AACPD, produção de massa seca e produtividade de grãos. As variáveis bromatológicas foram analisadas pelo método de espectroscopia do infravermelho próximo (NIRS). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey e coeficiente de correlação linear de Pearson ao nível de 5% de significância. A resposta do uso de fungicida sobre a produtividade de grãos e massa seca não foi significativa para os híbridos de baixo nível de suscetibilidade a doenças, sendo a resposta maior em híbridos de maior suscetibilidade a doenças foliares. As variáveis bromatológica são influenciadas pelo tipo de híbrido de milho, mas não pelo uso de fungicida. A produtividade de grão e massa seca está correlacionada negativamente com a AACPD das doenças ferrugem, helmintosporiose, cercospora e mancha-branca. Quanto maior a AACPD de ferrugem e cercospora maior foram os teores de FDN e FDA.

Palavras-chave: *Zea mays*, fungicida, resistência a doenças, AACPD.

Influence of fungicide application on production and chemical quality of silage in corn hybrids of different levels of disease susceptibility

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of fungicide application on the control of foliar diseases, production and chemical quality of silage in corn hybrids with different levels of susceptibility to diseases. The experiment was carried out in a randomized block design, with four replications in a factorial scheme (6x2). The hybrids tested were P1630VYH, DKB230 PRO3 (high susceptibility), P30F53 VYH and AG 9025 PRO3 (medium susceptibility) and DKB 240 PRO3, MG 300 PWU (low susceptibility), tested with and without fungicide. Three applications were made in the phenological stages V8 (eight expanded leaves with visible collar), V11 (pre-tanning) and final R2 (bubble grain) of pyraclostrobin + fluxapyroxade (Orkestra), at a dose of 350 ml ha⁻¹, and application of 300 l.ha⁻¹ of syrup volume. White spot diseases, brown spot, helminthsporiosis and polysera rust were quantified by the AACPD. The chemical variables were analyzed by the method of near infrared spectroscopy (NIRS). Data were subjected to analysis of variance and means were compared using Tukey's test and Pearson's linear correlation coefficient at 5% significance level. The response of fungicide use on grain yield and dry mass is not significant for hybrids with low level of susceptibility to diseases, with the response being greater in hybrids with higher susceptibility to foliar diseases. The chemical variables are influenced by the type of corn hybrid, but not by the use of fungicide. The grain yield and dry mass is negatively correlated with the AACPD of rust, helminthsporiosis, cercospora and white spot diseases. The higher the AACPD of rust and cercospora, the higher the FDN and FDA contents, and consequently the lower the silage digestibility and chemical quality.

Key words: *Zea mays*, fungicides, disease resistance, AACPD.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais com maior importância econômica produzido no mundo, sendo utilizado na alimentação animal, humana, e desenvolvimento de produtos como amido, xarope, álcool, óleo vegetal e glúten, servindo também de matéria-prima para obtenção de biocombustível. (FORNASIERI FILHO, 2007).

Além do uso do grão, outra finalidade é o uso planta inteira como silagem para a alimentação de bovinos de leite e corte. A silagem de milho é um dos principais alimentos utilizados na pecuária de leite e de corte no Brasil, em virtude das excelentes qualidades desta forrageira (MENDES et al., 2008). Com o crescente aumento populacional no mundo, os aumentos na eficiência global de conversão de terras agrícolas em produtos pecuários como leite, carne e ovos, poderiam ajudar a diminuir a dependência calórica dos grãos de cereais, que são necessários para nutrir a crescente população mundial (FAO 2014; GILLAND, 2002).

A silagem é o produto final da fermentação anaeróbica da massa de forragem, realizada por bactérias, que consomem, principalmente, os açúcares disponíveis no material depositado no silo. A fermentação que ocorre no silo é uma transformação dos açúcares solúveis existentes na planta em ácido lático, através de microrganismos, e é dependente da quantidade e tipo de microrganismos presentes no silo, bem como pela qualidade do volumoso, poder tampão e teor de carboidratos solúveis (TOMICICH et al., 2003; MACÊDO e SANTOS, 2019).

Os problemas fitossanitários da cultura do milho estão entre os fatores mais relevantes que afetam a produtividade da cultura, sendo as perdas por pragas e doenças as de maior importância na redução de produção, e em especial as causadas por doenças foliares, que têm ganhado maior atenção na última década (JULIATTI et al., 2007; COSTA et al., 2012; SABATO et al., 2013). A ocorrência dessas doenças reduz a área fotossinteticamente ativa da planta, ocasionando menor produção de fotoassimilados, e em consequência menor produtividade da cultura (RIBEIRO et al., 2016).

No Brasil, o uso de fungicidas na cultura é recente e um dos principais métodos de controle atualmente empregados para proteger os crescentes potenciais produtivos dos híbridos. Informações sobre o uso de fungicidas e influência da ocorrência de doenças sobre esse processo fermentativo e a qualidade bromatológica final após o processo de ensilagem ainda são incipientes (KALEBICH E CARDOSO, 2017).

Trabalhos desenvolvidos a fim de estudar o efeito do uso de fungicidas na cultura do milho avaliam muitas vezes apenas a variável produtiva relacionada ao rendimento de grãos como fator de resposta econômica, desconsiderando os efeitos na produção de massa seca e muito menos variáveis qualitativas como proteína bruta, teor de fibra e nutrientes digestíveis totais, sendo essas variáveis de influenciada significativamente na resposta econômica quando se avalia o uso do milho como planta inteira em forma de silagem para alimentação animal. É importante considerar também que a interação genótipos x ambientes altera a expressão de algumas características produtivas e também a predisposição a doenças foliares conforme se altera o ambiente, demonstrando a importância de avaliações em diferentes cenários de predisposição a doenças e suscetibilidade dos híbridos (GRALAK, 2011).

Nesse sentido, o presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de fungicida no controle de doenças foliares na produção e qualidade bromatológica de silagem em híbridos de milho de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no município de Três de Maio, RS, na área experimental agrícola da Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM), latitude - 27°47'4.17"S, longitude -54°14'53.81"O, região noroeste do RS, altitude média de 352 metros. O experimento foi estabelecido no sistema de plantio direto, em 07/12/2019, com população de 70 mil plantas.ha⁻¹ (3,5 plantas por metro linear, com espaçamento de 0,5 metros entre linhas). Para a condução do experimento, adubação de base, semeadura, adubação nitrogenada de cobertura, controle de plantas invasoras, controle de insetos, seguiu-se as orientações técnicas para a cultura do milho, utilizando-se adubação para expectativa de 11 ton. ha⁻¹ conforme indicações técnicas da cultura do milho 2017 (REUNIÃO, 2017). Foram efetuadas três aplicações de inseticida, sendo uma após a semeadura e duas durante o ciclo vegetativo das culturas em todo o experimento visando garantir a ausência de pragas e danos em todos os híbridos e parcelas que poderiam elevar o erro experimental.

O delineamento experimental constou de blocos casualizados, em esquema fatorial (6x2) com quatro repetições. O fator A foi constituído por seis híbridos de milho de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças, distribuídos em dois híbridos representativos para cada nível de suscetibilidade distintos (baixo, médio e alto), e o fator B com e sem a aplicação de fungicida para controle de doenças foliares. A combinação dos fatores resultou em 12 tratamentos e um total de 48 parcelas.

A unidade experimental foi constituída de cinco linhas com espaçamento de 0,50 m entre linhas e 6 m de comprimento (figura 1). A aplicação dos tratamentos com fungicidas foi realizada com pulverizador costal pressurizado à CO₂, barra de aplicação provida de 6 pontas de pulverização do tipo jato plano de faixa ampliada XR 110.02, com alça auxiliar para aplicação em altura, espaçadas em 0,5 metros, pressão constante de 200 kPa e taxa de aplicação de 150 L. ha⁻¹. As aplicações foram realizadas em condições adequadas de temperatura e umidade relativa do ar, visando a correta deposição e absorção dos tratamentos com os fungicidas. A faixa de temperatura variou de 22 a 30 °C e umidade relativa de 58 a 82%.



Figura 1. Semeadura (A e B), implantação (C), condução (D e E) e avaliação de doenças (F).

Os híbridos testados foram P1630VYH e DKB230 PRO3 (alta suscetibilidade), P30F53 VYH e AG 9025 PRO3 (média suscetibilidade), DKB 240 PRO3 e MG300 PWU (baixa suscetibilidade), com e sem fungicida, conforme tabela 1. Para o manejo com fungicida foram efetuadas duas aplicações: uma no estágio fenológico V10 (dez folhas expandidas com colar visível) de Fox[®] (trifloxistrobina + protioconazol) 0,5 L.ha⁻¹, e uma segunda aplicação no estágio R1-R2 (grão bolha) de Ativum[®] (piraclostrobina + epoxiconazole + fluxapiroxade) na dose de 1 L.ha⁻¹. A escolha desses fungicidas se deu com base na performance dos dois melhores fungicidas nos ensaios que avaliaram diferentes fungicidas, onde os resultados estão apresentados no artigo do capítulo II.

A avaliação da severidade das doenças foi baseada nas escalas diagramáticas para as doenças mancha-branca conforme Sachs et al., (2011), ferrugem polissora, ferrugem comum e cercosporiose segundo Agroceres (1996) e helmintosporiose conforme Lazaroto et al., (2012). As avaliações foram realizadas em V8, VT, R1, R3, R4 e R5 conforme escala fenológica proposta por Ritchie, Hanway e Benson (1993).

A avaliação de doenças foi realizada a partir da observação de quatro plantas lineares da linha central da parcela não destrutivas, que em cada planta foram consideradas três folhas, uma folha localizada na altura da espiga, uma folha imediatamente abaixo e uma folha imediatamente acima da espiga para compor a média de severidade da parcela. Na avaliação em V8 foi considerado as três últimas folhas superiores completamente desenvolvidas.

A partir dos dados de severidade, foi calculada a Área Abaixo da Curva de Progresso das Doenças (AACPD) conforme metodologia proposta por Campbell e Madden (1990):

$$AACPD = \sum_i^{n-1} [(x_i + x_{i+1}) / 2 * (t_{i+1} - t_i)]$$

Onde, n é o número de avaliações, x é a proporção da doença e $(t_{i+1} - t_i)$ é o intervalo de tempo entre avaliações.

A análise de rendimento de grãos foi estimada através da colheita manual de 36 espigas dentro da área de 5,25 metros quadrados compreendido pelas três linhas centrais de 3,5 metros de comprimento, conforme tamanho ideal de parcela preconizada por Cargnelutti Filho et al., (2011). Após a trilha, limpeza e pesagem dos grãos, os valores foram corrigidos para 13% de umidade.

Para a avaliação de produção de massa seca e qualidade bromatológica foram retiradas seis plantas inteiras com espiga de cada parcela, uma planta de cada extremidade útil das três linhas centrais. As plantas foram cortadas a 10 cm de altura do nível do solo, pesadas, trituradas com triturador de forragens em partículas médias de 0,5 a 1,5 cm de diâmetro e homogeneizada. Uma amostra de 500 gramas foi levada a estufa de circulação forçada a 65°C, por 72 horas até obter peso constante e posterior a determinação do teor de matéria seca. Com base nesses valores foi calculado o teor de massa total final da amostra. Outra amostra do material triturado foi armazenada em micro silos feitos em tubos de PVC (figura 2), com vedação nas extremidades com 10 cm de diâmetro e 37,5 cm de comprimento, com capacidade para 1,7662 kg de silagem (600 kg.m³) e com volume do silo de 0,002943 m³. A compactação realizada com soquetes de madeira até atingir o peso aproximado requerido, e

estes permaneceram fechados por 90 dias, para que ocorresse a ação microbiana e fermentação da silagem.



Figura 2. Preparo das amostras de silagem em tubos de PVC- micro silos (A), visualização dos micro silos já fechados (B).

Após esse período, uma amostra da parte mediana de cada tubo foi homogeneizada, compactada e acondicionada em papel filme em ambiente hermético, formando uma amostra de 350 g representativa e enviada para o laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal da UNIJUI (Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul), em Ijuí, RS, para análise bromatológica. As amostras foram analisadas pelo método de espectroscopia do infravermelho próximo (NIRS), analisando os teores de massa seca (MS), amido, proteína bruta (PB), carboidratos não-fibrosos (CNF), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), amido e nutrientes digestíveis totais (NDT).

Tabela 1. Classificação dos híbridos de milho usados no experimento conforme grau de suscetibilidade a reação a doenças foliares.

Híbrido	Suscetibilidade ¹	Ferrugem	Helmintosporiose	Mancha-branca	Cercosporiose
P1630 VYH	Alta	+++	++	+++++	+++
DKB 230 PRO3		++	+	+++	++
P30F53 VYH	Média	++	+	++	+
AG 9025 PRO3		+	++	+	+
DKB240 PRO3	Baixa	+	+	+	-
MG 300 PWU		-	-	+	-

¹Níveis de suscetibilidade estabelecidos com base nas informações das empresas detentoras dos híbridos, e dados dos ensaios dos capítulo 1 e 2 e revisão de literatura.

Para a análise estatística, os dados foram submetidos aos testes de normalidade e análise da variância (ANOVA) e os efeitos, analisados pelo teste de Tukey para comparação múltipla de médias, a 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$). Também foram utilizados os dados das variáveis analisadas para a construção de uma matriz de correlação simples (Coeficiente de correlação linear de Pearson) através da aplicação do teste t ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 estão apresentados os resumos das análises de variância e valores médios das variáveis AACPD das doenças ferrugem, helmintosporiose, mancha-branca, cercosporiose, produtividade de grãos e massa seca em seis híbridos de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças, manejados com e sem fungicida. Observa-se diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos para as fontes de variação híbridos e manejo de fungicida para todas as variáveis. Houve interação significativa ($P \leq 0,05$) híbrido x manejo para as variáveis ferrugem, mancha-branca, cercosporiose e produção de massa seca.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para AACPD de ferrugem, helmintosporiose, mancha-branca, cercospora e produtividade de massa seca e grãos em diferentes híbridos, manejos e interação híbridos x manejo. Três de Maio, RS. 2022.

FV	GL	QM					
		Ferrugem	Helminto	Mancha-branca	Cercospora	M.Seca	Prod.
Bloco	3	18	2,7	62	301	528195,1	442349 **
Híbrido	5	10422 **	199,4 **	17300 **	8789 **	8118992 **	3290865 **
Manejo	1	100975 **	2479,7 **	100481 **	60638 **	7332995 **	3827678 **
Híb* Man	5	4315 **	34,5	9508 **	2503 **	990990,2 *	96655
Erro	33	422	23,3	760	473	333743,7	86026
CV (%)		21,87	39,19	33,48	27,60	3,47	4,00

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio. Para Ferrugem, Helminto, Mancha branca, Cercospora e Massa Seca: Transformação $\ln(X+1)$ (logaritmo natural). * e **: significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Analisando os híbridos sem o uso de fungicida, observa-se que existe uma diferenciação das médias de AACPD para todas as doenças nos tratamentos, elucidando a existência de suscetibilidade diferenciada dos híbridos. Os híbridos P30F53 e P1630

apresentaram as maiores médias de AACPD para ferrugem, e os híbridos MG300 e AG9025 as menores médias de doenças, corroborando com os dados de suscetibilidade dos híbridos da tabela 1.

Para ferrugem as maiores médias de AACPD foram observadas nos híbridos P30F53 e P1630, e a menor no híbrido AG9025 e MG300. Para Helminthosporiose as maiores médias de AACPD foram observadas nos híbridos P1630 e AG 9025, e as menores nos híbridos DKB240 e MG300. Para a doença mancha-branca, o híbrido P1630 apresentou-se altamente suscetível com as maiores médias de AACPD e para o híbrido MG300 as menores médias. Para a doença cercosporiose, a maior média também é constatada no material P1630, e a menor para o material MG300.

Tabela 3. Média dos valores de AACPD para ferrugem, helmintosporiose, mancha-branca e cercosporiose em seis híbridos de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças foliares, com e sem manejo de fungicida. Três de Maio, RS 2022.

Híbrido	Ferrugem		Helminthosporiose	
	C	S	C	S
MG300	35.38±7.00 aB	79.00±2.92 dA	4.50±2.60 aB	15.25±3.75 bcA
DKB240	61.63±9.86 aB	158.15±19.60 bcA	1.13±1.13 aB	11.13±1.42 cA
AG9025	34.50±2.03 aB	77.19±5.86 dA	7.88±0.38 aB	26.25±2.68 aA
P30F53	57.06±6.27 aB	223.40±13.70 aA	2.25±2.25 aB	13.50±2.60 bcA
DKB230	31.50±8.14 aB	119.44±14.46 cdA	6.75±2.25 aB	23.50±3.27 abA
P1630	68.50±8.54 aB	181.78±3.72 abA	8.25±0.43 aB	27.38±2.35 aA

Híbrido	Mancha-branca		Cercosporiose	
	C	S	C	S
MG300	31.75±8.34 aA	50.38±3.64 dA	16.50±1.50 bA	46.44±1.52 bA
DKB240	41.25±4.48 aB	85.00±6.75 cdA	37.19±7.72 abB	154.88±25.36 aA
AG9025	26.63±5.21 aB	87.08±6.66 bcdA	20.63±1.24 abB	63.88±3.09 bA
P30F53	16.13±1.88 aB	145.11±25.31 bA	64.50±3.52 aB	144.00±14.19 aA
DKB230	35.94±4.47 aB	124.19±25.34 bcA	66.00±5.51 aB	117.14±7.06 aA
P1630	67.75±6.56 aB	276.73±23.13 aA	54.75±11.60 abB	159.75±15.13 aA

Valores são média ± erro-padrão (n=4). S= Sem fungicida. C= Com fungicida

Médias seguidas por mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0.05$).

Mesquini et al., (2020) avaliando progresso temporal de doenças em milho, verificaram que para o híbrido DKB230, observou-se a ocorrência de cercosporiose e mancha branca, aos 55 dias após a semeadura. Ambas apresentaram progresso semelhante, com níveis de severidade máxima próximo a 30%. Para CD308, quatro doenças foram observadas, sendo a cercosporiose e mancha branca observadas aos 75 dias após a semeadura e a ferrugem polisora e helmintosporiose aos 57 dias após a semeadura.

O uso de fungicida reduziu significativamente a AACPD das doenças de ferrugem e helmintosporiose em todos os híbridos independente do nível de suscetibilidade do híbrido. Para as doenças mancha-branca e cercosporiose o uso de fungicida não reduziu significativamente a AACPD no híbrido MG300, de menor suscetibilidade, mas foi significativa para os demais.

Com base nesses resultados, observa-se que o uso de fungicida reduziu a AACPD mais expressivamente nos híbridos de alta e média suscetibilidade a doenças, e quando usado em híbridos de maiores níveis de resistência a doenças, os efeitos de redução foram mitigados, uma vez que a severidade da doença nesses materiais foi baixa.

Os resultados de produtividade de massa seca e grãos são apresentados na tabela 4. Observa-se que o uso de fungicida ocasionou aumento na produtividade de massa seca e produtividade de grãos.

Analisando os dados da média geral de produtividade de grãos, o uso de fungicida proporcionou aumento médio de 8% na produtividade de grãos, mas quando analisamos as médias por níveis de suscetibilidade observa-se um aumento médio de 5,13% nos híbridos de menor suscetibilidade, 8,07% para o nível intermediário e 11,51 % para o nível de híbridos mais suscetíveis, dentro do qual para o híbrido P1630 que foi considerado o mais suscetível esse aumento de produtividade chegou a 15,79%.

Silva et al., (2020) avaliaram danos na cultura do milho e ocorrência de doenças com ou sem utilização de fungicidas. Estes autores encontraram uma evolução da ferrugem, pelos valores expressos pela AACPD, fica evidenciado que as maiores áreas foram registradas nas plantas presentes na testemunha sem fungicidas e nos tratamentos com menores doses da associação entre os fungicidas, independentemente da época de aplicação dos fungicidas.

Analisando os dados de massa seca, observamos um incremento médio de 4,81% com o uso de fungicida. Quando analisado os efeitos de forma estratificada por níveis de suscetibilidade observamos que a média de aumento de produção de massa seca nos híbridos mais suscetíveis foi de 9,61%, no nível intermediário foi de 5,37% e nos híbridos mais resistentes apenas de 0,18%.

A produção de MS é um dos primeiros parâmetros a ser avaliado, antecedendo aos parâmetros de qualidade, uma vez que contribui para diminuir os custos de implantação da cultura por elevar a produtividade, além de ser um parâmetro para o dimensionamento de silos (PAZIANI et al., 2009).

Segundo Zopolatto et al., (2009), a composição estrutural da planta tem influência direta sobre sua qualidade, assim como a variação nestas frações, devido aos fatores genotípicos e fenotípicos, com consequências sobre a produção e a composição química do híbrido. Desta forma, para produzir silagem de milho de qualidade, além da quantidade de grãos na massa ensilada e a elevada produtividade, a proporção de outras frações da planta e digestibilidade também são fatores muito importantes a serem considerados.

Tabela 4. Média dos valores de produtividade de grãos e massa seca em híbridos de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças foliares com e sem a aplicação de fungicida. Três de Maio, RS 2022.

Híbrido	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)		Produtividade de Massa Seca (kg ha ⁻¹)	
	C	S	C	S
MG300	7693.50±212.37 bA	7312.00±88.82 abA	17656.75±296.75 aA	17637.00±173.36 aA
DKB240	7521.25±114.53 bcA	7159.25±166.63 bcA	16992.25±224.15 abA	16947.50±206.41 aA
AG9025	8451.63±171.64 aA	7921.00±201.28 aB	17122.25±351.87 abA	16736.50±500.06 aA
P30F53	8108.13±52.67 abA	7407.50±288.71 abB	18164.75±247.73 aA	16748.75±245.55 aB
DKB230	7053.88±105.79 cdA	6578.09±113.70 cB	16261.88±272.30 bA	14843.90±263.30 bB
P1630	6879.00±72.70 dA	5940.88±260.35 dB	15921.83±63.72 bA	14515.75±442.50 bB
Média	7617.90±124.39 b	7053.12±150.86 a	17019,95±221.81 b	16238,23±199.01 a

Valores são média ± erro-padrão (n=4). Médias seguidas por mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey (p≤0.05).

O uso de fungicidas apesar de reduzir a AACPD na maiorias dos tratamentos, não influenciou na produtividade de grãos nos híbridos de menor nível de suscetibilidade a doenças, MG300 e DKB 240, mas influenciou positivamente nos demais. A produtividade de massa seca assim como na produtividade de grãos também não foi significativa para os híbridos de menor suscetibilidade, MG300 e DKB240 e AG9025, mas foi significativa para dos demais híbridos de maior suscetibilidade.

Esses dados corroboram com trabalho realizado por Mallowa et al., 2015, que estudando o efeito de fungicidas foliares e híbridos de milho na produção observou também

que em baixa presença das doenças, os aumentos em produtividade não foram consistentes.

Esses resultados também corroboram com os de outros pesquisadores. Bradley e Ames (2010) não observaram um aumento na produção em ambientes de baixa severidade da doença, mas observaram um aumento na produção com o uso de fungicida sob maior a severidade da doença. Paul et al., (2011) concluíram em seus estudos que quando a severidade de doenças foliares for baixa (menor de 5%), a probabilidade de resposta produtiva e econômica da aplicação de fungicida não é tão provável, porém, quando a severidade da doença no campo for maior que 5%, a aplicação de fungicida é mais viável economicamente, limitando as perdas de rendimento devido à infecção fúngica.

Dudienas et al., (2013), estudando a redução de produtividade em função da severidade da ferrugem polissora também observou que a redução foi maior quanto maior a severidade de ferrugem. Segundo Costa e Cota (2009) as maiores respostas econômicas das aplicações de fungicidas para o manejo de doenças no milho ocorre em situações de elevada severidade de doenças, condições essas que são decorrentes do uso de genótipos suscetíveis, condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento das doenças e aumento da quantidade de inóculo de doenças pela falta de rotação de cultura e plantios sucessivos de milho na mesma área.

Resultado semelhante também foi observado por Schumacher et al., (2017) que não observaram efeito do tratamento com piraclostrobina no controle da ferrugem polissora conduzido em condições de baixa incidência de doença. Vilela et al., (2012), observaram que a aplicação foliar dos fungicidas piraclostrobina + epoxiconazol e azoxistrobina + ciproconazol no pré-pendoamento da cultura o milho reduziu a incidência de doenças foliares, mas não foi suficiente para propiciar incremento de produtividade em baixa incidência de doenças, porém não avaliou a influência na qualidade bromatológica.

Bortolini e Gheller (2011) avaliaram a aplicação de diferentes fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho em relação à produtividade, observaram que, o emprego de fungicidas resultou em melhor controle e diminuição de doenças foliares, principalmente ferrugem polissora e mancha de cercospora, o que refletiu na produtividade.

Na tabela 5 estão apresentados os resumos das análises de variância e valores médios das variáveis bromatológicas analisadas de diferentes híbridos, manejos e suas interações. Observa-se que não houve interação entre os fatores híbridos e aplicação de fungicida. O fator manejo apenas apresentou diferenças significativas ($P \leq 0,05$) para as variáveis bromatológicas extrato etéreo e matéria mineral.

Houve diferenças significativas ($P \leq 0,05$) para o fator híbrido para todas as variáveis bromatológicas. Essa diferenciação entre as características bromatológicas entre os materiais era esperada, visto que essa diferenciação também é relatada por outros pesquisadores que analisaram a qualidade bromatológica de diferentes híbridos (ASSIS et al., 2014; ROSA et al., 2004).

Analisando o resultado do fator fungicida, observamos que houve efeito apenas sobre a variável extrato etéreo e matéria mineral, mas não afetou as variáveis fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, proteína bruta, cinzas, as quais compõem a variável nutriente digestível total que é a de maior importância nesse estudo.

Esses resultados mostram que o uso de fungicida nesse estudo não afetam as variáveis bromatológicas da silagem, independente do nível de suscetibilidade a doenças do híbrido.

Ao se considerar a análise de variância na tabela 5, observa-se que não houve interação entre os fatores híbridos e aplicação de fungicida. Se observa que a aplicação de fungicida não apresentou influência nas variáveis de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro fibra em detergente ácido, nutrientes digestíveis totais, carboidratos não fibrosos e amido, mas significativas para o aumento do teor de extrato etéreo e diminuição da matéria mineral.

Tabela 5. Resumo da análise de variância para as variáveis bromatológicas em diferentes híbridos, manejo com fungicidas e interação híbridos x manejo, Três de Maio, RS. 2022.

FV	GL	QM								
		MS	PB	EE	MM	FDN	FDA	NDT	CNF	Amido
Bloco	3	7,19 *	0,1088	0,0686	0,642	4,09	1,649	0,813	6,08	6,51
Híbrido	5	38,23 **	1,0672 **	0,2276	1,357 *	40,39 **	16,62*	8,132 *	51,47**	79,71**
Manejo	1	0,22	0,0039	0,4238 *	5,051**	10,56	7,046	3,445	22,85	6,45
Híb*Man	5	0,97	0,0136	0,0724	0,176	4,7	2,455	1,202	3,45	11,45
Erro	33	1,88	0,21	0,092	0,388	9,67	4,819	2,36	9,56	19,47
CV (%)		3,54	5,51	10,07	11,15	6,89	8,79	2,18	8,15	9,73

MS= Matéria Seca, PB= Proteína Bruta, EE= extrato etéreo, MM= Matéria mineral, FDN= Fibra em detergente neutro, FDA= Fibra em detergente ácido, NDT= Nutrientes digestíveis totais, CNF= Carboidrato não fibroso, A= Amido FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio. * e **: significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Para a fonte de variação híbridos, houve diferenciação entre os diferentes materiais testados. Híbridos com maior suscetibilidade a doenças apresentaram a tendência de maior

teor de matéria seca quando comparados com os híbridos menos suscetíveis. Tal resultado pode estar atrelado ao fato de que os híbridos mais suscetíveis, em virtude da ocorrência de doenças foliares proporcionam uma maturação e seca do tecido foliar mais rapidamente, perdendo mais água dos tecidos e conseqüentemente possuindo maior proporção de matéria seca.

Quando a planta é atacada por patógenos, os mecanismos de resistência da planta são ativados, e a lignina é uma importante barreira física e química que atua no impedimento do processo investivo (BAUCHER et al., 1998). No entanto, essa lignificação é indesejada do ponto de vista nutricional da forrageira, como é o caso em híbridos de milho voltados para produção de silagem (LAVEZZO et al., 1997; BAL, et al., 2000). Além da redução da produtividade de grãos, as doenças podem causar redução do teor de carboidratos solúveis e digestibilidade em relação às plantas saudáveis e diferenças variáveis no teor de proteína bruta (BRAVERMAN, 1986; WANG et al., 2010).

Segundo Bal et al., (2000), a qualidade bromatológica da planta de milho pode ser afetada por vários fatores, como a quantidade de grãos, o teor de FDN, a digestibilidade da FDN, o teor de amido no grão, a digestibilidade do amido e os teores de óleo e proteína.

Paziani et al. (2009) discutem em seu trabalho que as produções de matéria seca e matéria verde e a produção de grãos, tanto no ponto de ensilagem como na maturidade, são os fatores que mais afetam a produção de massa seca digestível. Portanto, em situações em que não há informações específicas sobre os cultivares de milho para silagem, pode-se optar pelos cultivares com maiores produções de grãos, devido à maturidade pelo elevado grau de correlação entre essas características.

Tabela 6. Média de dados das variáveis bromatológicas, produção de massa seca e grãos de plantas de milho submetido a diferentes números de aplicações de fungicidas. Três de Maio, RS 2022.

Híbrido	MS	PB	EE	MM	FDN	FDA	NDT	CNF	Amido
MG300 PWU	38.03±0.57 bc	8.81±0.11 a	3.08±0.05 a	5.59±0.15 ab	45.76±0.90 ab	25.34±0.60 ab	70.10±0.42 ab	36.76±0.96 ab	44.39±0.94 ab
DKB 240 Pro3	36.34±0.60 c	8.72±0.14 ab	3.07±0.10 a	5.45±0.19 ab	44.73±1.02 ab	25.01±0.78 ab	70.33±0.54 ab	38.05±1.01 ab	45.37±1.53 ab
AG9025 Pro3	40.64±0.51 a	8.20±0.15 abc	3.11±0.10 a	5.46±0.24 ab	42.88±1.05 b	23.57±0.75 b	71.34±0.52 a	40.36±1.01 a	47.86±1.83 a
P30F53 VYHR	35.96±0.59 c	8.10±0.14 bc	2.69±0.11 a	6.29±0.14 a	49.08±1.11 a	27.57±0.84 a	68.54±0.59 b	33.83±1.03 b	39.75±1.18 b
DKB 230 Pro3	40.91±0.26 a	7.89±0.17 c	3.16±0.04 a	5.04±0.15 b	43.15±0.61 b	23.77±0.46 b	71.20±0.32 a	40.77±0.54 a	48.59±0.94 a
P1630 H	40.01±0.48 ab	8.18±0.17 abc	2.96±0.19 a	5.69±0.46 ab	45.39±1.40 ab	24.67±0.92 ab	70.57±0.65 ab	37.77±1.54 ab	46.19±2.03 ab
Manejo									
S	38.58±0.50 a	8.31±0.12 a	2.92±0.08 a	5.91±0.17 b	45.63±0.81 a	25.37±0.56 a	70.08±0.39 a	37.23±0.84 a	44.99±1.15 a
C	38.72±0.51 a	8.32±0.10 a	3.11±0.04 b	5.26±0.11 a	44.70±0.60 a	24.61±0.40 a	70.62±0.28 a	38.61±0.64 a	45.73±0.84 a

Valores são média ± erro-padrão (n=4). S= Sem fungicida. C= Com fungicida. MS= Matéria Seca, PB= Proteína Bruta, EE= extrato etéreo, MM= Matéria mineral, FDN= Fibra em detergente neutro, FDA= Fibra em detergente ácido, NDT= Nutrientes digestíveis totais, CNF= Carboidrato não fibroso, A= Amido. Médias seguidas por mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0.05$).

Tabela 7. Análise de correlação de Pearson entre a variáveis bromatológicas e produção de massa e grãos de plantas de milho em híbridos de diferentes níveis de suscetibilidade a doenças foliares. Três de Maio, RS, 2022.

	<i>Ferrugem</i>	<i>Helmintho</i>	<i>MBranca</i>	<i>Cercospora</i>	<i>AACPTotal</i>	<i>Prod.MS</i>	<i>Prod.Gr</i>	<i>MS</i>	<i>PB</i>	<i>EE</i>	<i>MM</i>	<i>FDN</i>	<i>FDA</i>	<i>NDT</i>	<i>CNF</i>	<i>Amido</i>
<i>Ferrugem</i>	1.000															
<i>Helmintho</i>	0.463*	1.000														
<i>MBranca</i>	0.748*	0.676*	1.000													
<i>Cercospora</i>	0.840*	0.479*	0.721*	1.000												
<i>AACPTotal</i>	0.927*	0.633*	0.918*	0.908*	1.000											
<i>Prod.MS</i>	-0.398*	-0.542*	-0.641*	-0.451*	-0.563*	1.000										
<i>Prod.Gr</i>	-0.447*	-0.425*	-0.633*	-0.522*	-0.591*	0.811*	1.000									
<i>MS</i>	-0.274	0.338*	0.086	-0.176	-0.094	-0.374*	-0.110	1.000								
<i>PB</i>	-0.086	-0.271	-0.134	-0.260	-0.176	0.350*	0.125	-0.391*	1.000							
<i>EE</i>	-0.517*	-0.222	-0.295*	-0.392*	-0.428*	0,14	0.170	0.358*	0.251	1.000						
<i>MM</i>	0.453*	0.301*	0.247	0.299*	0.363*	-0,06	-0.189	-0.402*	0.040	-0.742*	1.000					
<i>FDN</i>	0.401*	0.020	0.137	0.261	0.273	0,05	-0.090	-0.417*	-0.178	-0.857*	0.616*	1.000				
<i>FDA</i>	0.400*	0.020	0.095	0.289*	0.264	0,08	-0.047	-0.425*	-0.211	-0.854*	0.597*	0.984*	1.000			
<i>NDT</i>	-0.400*	-0.020	-0.095	-0.289*	-0.264	-0,08	0.047	0.425*	0.211	0.854*	-0.597*	-0.984*	-1.000*	1.000		
<i>CNF</i>	-0.416*	-0.023	-0.135	-0.237	-0.271	-0,10	0.091	0.502*	-0.004	0.842*	-0.731*	-0.974*	-0.950*	0.950*	1.000	
<i>Amido</i>	-0.337*	0.044	-0.068	-0.200	-0.202	-0,14	-0.004	0.494*	0.120	0.856*	-0.564*	-0.964*	-0.953*	0.953*	0.937*	1.000

* Correlação significativa a 5% de probabilidade pelo teste t.

MS= Matéria Seca, PB= Proteína Bruta, EE= extrato etéreo, MM= Matéria mineral, FDN= Fibra em detergente neutro, FDA= Fibra em detergente ácido, NDT= Nutrientes digestíveis totais, CNF= Carboidrato não fibroso, A= Amido

CONCLUSÃO

Com base nas condições do desenvolvimento desse estudo e dos resultados apresentados conclui-se que a resposta do uso de fungicida sobre a produtividade de grãos e massa seca não é significativa para os híbridos de baixo nível de suscetibilidade a doenças, sendo a resposta positiva maior em híbridos de maior suscetibilidade a doenças foliares.

A produtividade de grão e massa seca está correlacionada negativamente com a AACPD das doenças ferrugem, helminto, cercospora e mancha branca.

As variáveis bromatológica são influenciadas pelo tipo de híbrido de milho, mas não pelo uso de fungicida em si.

Quanto maior a AACPD de ferrugem e cercospora maior são os teores de FDN e FDA e conseqüentemente, menor é a digestibilidade da silagem e qualidade bromatológica, indicando a correlação negativa dessas duas doenças com a qualidade bromatológica final.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROCERES. **Guia Agroceres de Sanidade**. São Paulo: Agroceres, 1996. 72p.
- ASSIS, F.B.; BASSO, F.C.; LARA, E.C.; RAPOSO, E.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; FERNANDES, L.O.; RABELO, C.H.S.; REIS, R.A. Caracterização agronômica e bromatológica de híbridos de milho para ensilagem. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 6, p. 2869-2882, 2014.
- BAL, M.A.; SHAVER, R.D.; SHINNERS, K.J. Stage of maturity, processing, and hybrid effects on ruminal in situ disappearance of whole-plant corn silage. **Animal Feed Science and Technology**, v.86, n.1-2, p.83-94, 2000.
- BAUCHER, M.B.; MONTIES, M.; MONGATU, M. Biosynthesis and genetic engineering of lignin. *Critical Reviews*. **Plant Science**, v.17, n.2, p.125-197, 1998.
- BORTOLINI, A.M.M.; GHELLER, J.A. Aplicação de diferentes fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho em relação à produtividade. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Palotina, v.1, n.1, p.109-121, 2011.
- BRADLEY, C.; AMES, K. Effect of foliar fungicides on corn with simulated hail damage. **Plant Disease**, v. 94, n.1, p. 83-86, 2010.
- BRAVERMAN, S.W. Disease resistance in cool-season forage, range and turf grasses II. **The Botanical Review**, v.52, n.1, p.1-112, 1986.
- CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York, NY: John Wiley e Sons. 1990. 532p.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C.; CASAROTTO, G.; FICK, A.L. Tamanho ótimo de parcela em milho com comparação de dois métodos. **Ciência Rural**, v.41, n.11, p.1890-1898, 2011.
- COSTA, R. V; COTA, L. V. Controle químico de doenças na cultura do milho: aspectos a serem considerados na tomada de decisão sobre aplicação. Sete Lagoas: Embrapa, 2009. 11p.
- Circular** **Técnica** **125**. Disponível em:

http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2009/circular/Circ_125.pdf acesso em: 14 dez. 2020.

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

DUDIENAS, C.; FANTIN, G.M.; DUARTE, A.P.; TICELLI, M.; BÁRBARO, I.M.; FREITAS, R.S.; LEÃO, P.C.L.; CAZENTINI FILJO, G.; BOLONHEZI, D.; PÂNTANO, A.P. Severidade de ferrugem polissora em cultivares de milho e seu efeito na produtividade. **Summa Phytopathologica**, v.39, n.1, p.16-23, 2013.

FAO, The state of food insecurity in the world 2014. 2014 **Food and Agriculture Organization** of the United Nations. Disponível em <https://www.fao.org/3/i4030e/i4030e.pdf> acesso em 27 jul. 2021.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Funep, 2007, 574 p.

GILLAND B. World population and food supply: can food production keep pace with population growth in the next half-century? **Food Policy**, v. 27, n. 1, p. 47-63, 2002.

GRALAK, E. Capacidade combinatória de híbridos comerciais de milho para caracteres agronômicos e bromatológicos da silagem. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR. 77p., 2011.

JULIATTI, F. C.; ZUZA, J. L. M. F.; SOUZA, P. P.; POLIZEL, A. C. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 34-41, 2007.

KALEBICH, C.C.; CARDOSO, F.C. Effects of Foliar Fungicide Application on Corn Plants on the Composition of Corn Silage for Ruminant Diets. **Journal of Animal Research and Nutrition**. v.2, n.1, p.5, 2017.

LAVEZZO, O.E.N.; LAVEZZO, W.; SIQUEIRA, E.R. Estádio de desenvolvimento do milho. 2. Efeito sobre o consumo e a digestibilidade de silagem em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.4, p.683-690, 1997.

LAZAROTO, A.; SANTOS, I.; KONFLANZ, V.; MALAGI, G.; CAMOCHENA, R. C. Escala diagramática para avaliação de severidade da helmintosporiose comum em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 12, p. 2131-2137, 2012.

MACÊDO, A. J. da S.; SANTOS, E. M. Princípios básicos para produção de silagem. **Arquivo Ciência Veterinária Zoologia**. UNIPAR, Umuarama, v. 22, n. 4, p. 147-156, 2019.

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. **Phytopathology**, v. 105, n.8, p. 1080-1089, 2015.

MENDES, M.C.; VON PINHO, R.G.; PEREIRA, M.N.; FARIA FILHO, E.M.; SOUZA FILHO, A.X. Avaliação de híbridos de milho obtidos do cruzamento entre linhagens com diferentes níveis de degradabilidade da matéria seca. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.285-297, 2008.

MESQUINI, R.; MATTOS, A. P.; RISSATO, B.B.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F. Progresso temporal de doenças da cultura do milho. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 46, n. 2, p. 140-144, 2020.

PAUL, P.A.; MADDEN, L.V.; BRADLEY, C.A.; ROBERTSON, A.E.; MUNKVOLD, G.P., Meta-analysis of yield response of hybrid field corn to foliar fungicides in the U.S. Corn Belt. **Phytopathology**, v.101, n. 9, p.1122-1132, 2011.

PAZIANI, S. F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; GALLO, P. B.; BITTAR, C. M. M.; ZOPOLLATTO, M.; RECO, P. C. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 411-417, 2009.

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO E REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 62, 2017. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul – Safras 2017/2018 e 2018/2019**. Sertão: EMBRAPA Clima Temperado. 209 p. 2017.

RIBEIRO, L. P., CHIARADIA, L. A., MADALÓZ, J. C., e NESI, C. N Pragas e doenças do milho: diagnose, danos e estratégias de manejo. Epagri. **Boletim Técnico**, p. 84, 2016.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. How a corn plant develops. **Special Bulletin**, Iowa, n. 48. 21p. 1993. Disponível on line: <https://core.ac.uk/download/pdf/83024409.pdf> acesso dia 07 jun. 2021.

ROSA, J. R. P.; SILVA, J. H. S.; RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; FREITAS, A. K. Avaliação do comportamento agrônômico da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 302-312, 2004.

SABATO, E. de O; PINTO, N. F. J de A.; FERNANDES, F. T. **Identificação e Controle de Doenças na Cultura do Milho**. 2ª ed. Brasília: Embrapa, 2013.198 p.

SACHS, P. J. D., NEVES, C. C. S. V. J., CANTERI, M. G., e SACHS, L. G. Diagrammatic scale for assesment of the Phaeosphaeria leaf spot severity in maize. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n 4, p 202- 204, 2011.

SCHUMACHER, P. V., ROSSATO, M.; NETTO, A.C. P, D'ABADIA, A.C.A, REIS, E. F. Corn hybrids responses to pyraclostrobin use in disease absences. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.84, n.1 p 1-8, 2017.

SILVA, R.S; CAMPOS, H.D.; RIBEIRO, L.M.; BRAZ, G.B.P.; MAGALHÃES, W.B.; BUENO, J.N. Danos na cultura do milho em função da redução de área foliar por desfolha artificial e por doenças. **Summa Phytopathologica**, v.46, n.4, p.313-319, 2020.

TOMICH, T. R.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C. TOMICH, R. G. P. BORGES, I. Características Químicas para Avaliação do Processo Fermentativo de Silagens: uma Proposta para Qualificação da Fermentação. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. **Documentos / Embrapa Pantanal**. 20p., 2003.

VILELA, R.G.; ARF, O.; KAPPES, C.; KANEKO, F.H.; GITTI, D.D.; FERREIRA, J.P.; Desempenho agrônômico de híbridos de milho, em função da aplicação foliar de fungicidas. **Bioscience Journal**, v.28, n.1, p.25-33, 2012.

WANG, P.; SOUMA, K.; KOBAYASHI, Y.; IWABUCHI, K.; SATO, C. Influences of Northern Leaf Blight on corn silage fermentation quality, nutritive value and feed intake by sheep. **Animal Science Journal**. v. 81, n. 4, p. 487-493, 2010.

ZOPOLLATTO, M.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; RIBEIRO, J. L.; SARTURI, J. O.; MOURÃO, G. B. Relações biométricas entre o estágio de maturação e a produtividade de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 256-264, 2009.

CAPÍTULO IV

Influência do uso de fungicida na produção e qualidade bromatológica de plantas de milho na ausência de doença

Resumo

O uso de fungicidas na cultura do milho tem ganhado espaço como prática de manejo no controle de doenças foliares nos últimos anos. No entanto pouco se sabe sobre os efeitos diretos sobre a planta. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do uso de fungicida na produção e qualidade bromatológica de plantas de milho na ausência de doença. O experimento foi conduzindo em vasos e ambiente protegido e ausência de doenças foliares, o delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram testadas quatro aplicações de fungicidas piraclostrobina + fluxaproxade (Orkestra[®]): T1: uma aplicação em estágio fenológico V8; T2: duas aplicações, V8 + R2; T3: três aplicações V8+R2+R4; T4, quatro aplicações, V6+V8+R2+R3; e T5: testemunha sem aplicação de fungicida. Os resultados demonstraram que as variáveis bromatológicas e produtividade de grãos e massa seca não foram influenciadas significativamente pelo uso do fungicida piraclostrobina + fluxaproxade na ausência de doenças no híbrido testado.

Palavras-chave: *Zea mays* L., efeito fisiológico, fungicida, bromatologia.

Influence of fungicide use on the production and chemical quality of maize plants in the absence of disease

Abstract

The use of fungicides in maize crops has gained ground as a management practice in the control of foliar diseases in recent years. However, little is known about the direct effects on the plant. In this sense, the objective of this work was to evaluate the effect of fungicide use on the production and chemical quality of maize plants in the absence of disease. The experimental design was conducted in pots and protected environment and absence of leaf diseases, the experimental design was in randomized blocks, with four replications. Four applications of fungicides pyraclostrobin + fluxapyroxade (Orkestra®) were tested: T1: one application in phenological stage V8; T2: two applications, V8 + R2; T3: three applications V8+R2+R4; T4, four applications, V6+V8+R2+R3; and T5: control without fungicide application. The results showed that the chemical variables and grain yield and dry mass were not significantly influenced by the use of the fungicide pyraclostrobin + fluxapyroxade in the absence of diseases in the tested hybrid

Key words: *Zea mays* L, physiological effect, fungicide, bromatology.

INTRODUÇÃO

O milho é uma das mais eficientes plantas armazenadoras de carboidratos existentes na natureza, e encontra-se amplamente disseminada no Brasil, possuindo uma multiplicidade de usos na propriedade rural, servindo de base tanto para a alimentação humana como animal. Além do uso do grão, outra finalidade é o uso para a alimentação de bovinos de leite e corte como silagem de planta inteira, sendo um dos principais alimentos utilizados na pecuária de leite e de corte no Brasil, em virtude das excelentes qualidades desta forrageira (MENDES et al., 2008).

A silagem de milho, um alimento tradicionalmente utilizado na pecuária no Brasil, deve ser produzida com eficiência, buscando alta qualidade. O contrário, gera baixa produtividade no rebanho e aumento dos custos alimentares, devido à maior necessidade de compra de insumos. Entretanto, a definição de silagem de qualidade teve transformações ao longo do tempo. Inicialmente, o enfoque era a produção máxima de volume de massa verde por hectare, como forma de obter um alimento de baixo custo. Nas décadas de 1960 e 70, com a evolução potencial genético das plantas, passou-se a buscar a produção de uma silagem com maior teor de grãos. Estudos, na época, demonstravam que os grãos eram mais digestíveis que folhas e colmos. Contudo, não havia um conhecimento da constituição química dessas silagens, hoje já elucidadas (LUDKIEWICZ, 2019).

Apesar de ser um dos cereais mais produtivos, a ocorrência de doenças fúngicas compromete o potencial produtivo da cultura e o uso de fungicidas tem aumentado significativamente nos últimos anos principalmente em ambientes subtropicais como o Brasil.

O manejo da cultura vem sendo exaustivamente estudado e pesquisado, sendo a aplicação de fungicidas uma atividade cada vez mais empregada nas lavouras. Os resultados de pesquisas realizadas pela Embrapa Milho e Sorgo e em outras instituições de pesquisa demonstram que o uso de fungicidas tem se mostrado uma estratégia viável e eficiente de manejo na cultura do milho. Entretanto, alguns fatores devem ser observados para que a relação custo/benefício seja positiva, ou seja, que o benefício do controle das doenças com o uso de fungicidas seja superior ao custo da sua utilização (LIMA et al., 2011).

Nos últimos anos a pesquisa sobre as propriedades de estrobilurinas tornaram-se mais intensas e de acordo com Venancio et al., (2004) foram evidenciadas algumas influências diretas em processos fisiológicos de plantas não infectadas ou ameaçadas por patógenos, sendo esta característica denominada de efeito aditivo ou efeito fisiológico positivo.

Pesquisadores e empresas químicas apontam que a aplicação foliar de fungicidas no milho pode aumentar os rendimentos mesmo na ausência de doenças (WISE e MUELLER, 2011), confrontando com resultados observados por outros pesquisadores como Paul et al., (2011) Bradley e Ames (2010) que mostram que a resposta econômica da aplicação de fungicida está relacionada com a presença e intensidade das doenças.

Paralelamente à discussão do efeito fisiológico do uso de fungicida sobre a produtividade, também carece de informações os efeitos sobre a qualidade química-bromatológica da planta de milho, uma vez que a silagem de milho de planta inteira é um dos principais alimentos utilizados na alimentação de bovinos, em virtude das excelentes qualidades desta forrageira.

Resultados de pesquisas têm demonstrados efeitos positivos da aplicação de fungicidas sobre a produtividade de grãos, porém poucos são os resultados que expressam a influência do controle químico sobre a qualidade da forragem de milho. Sabe-se que com a presença de patógeno na planta, como mecanismo de defesa, ocorre a lignificação induzida, diminuindo os teores de carboidratos solúveis e potencializando um decréscimo da digestibilidade da forragem (HAERR et al., 2016), tornando-se um fator determinante na qualidade bromatológica da forragem (FERREIRA et al., 2011). Essa lignificação induzida é indesejada no ponto de vista nutricional. Desta forma, o controle de doenças deve favorecer a qualidade e o valor nutritivo da forragem (CARVALHO, 2013).

Tem sido demonstrado que alguns fungicidas, notadamente aqueles pertencentes ao grupo das estrobilurinas, apresentam efeitos que vão além do controle de doenças, denominados efeitos fisiológicos (LIMA et al, 2011). Segundo Costa et al., (2012) dentre esses efeitos, estão maior resistência a vários tipos de estresses como seca e nutricional, aumento da capacidade fotossintética, redução da respiração foliar e maior eficiência do uso de água. Contudo estes efeitos ainda são pouco esclarecidos para a cultura do milho. A evolução dos produtos químicos para utilização na agricultura é cada vez mais expressiva, sendo o grupo químico das estrobirulinas uma das mais importantes e notáveis descobertas recentes (AZEVEDO, 2003). Dentre as substâncias analógicas pertencentes a este grupo destacam-se o Azoxistrobin, o Cresoxim-metílico, o trifloxistrobin, o Metominostrobin e o Pyraclostrobin.

Costa et al., (2012) ressaltam que no Brasil, os resultados de pesquisa publicados se limitam à avaliação da eficiência dos fungicidas para o controle de doenças específicas e na produtividade das cultivares. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do uso

e número de aplicações de fungicida na produção e qualidade bromatológica de plantas de milho na ausência de doença.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob ambiente controlado na casa de vegetação na área experimental da Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM), município de Três de Maio, Rio Grande do Sul, RS. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. As unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos com capacidade de 10 litros, contendo substrato e adubação recomendada para a cultura, semeadas e conduzidas com uma planta de milho por vaso (Figura 1). Foram estudados diferentes números de aplicações de fungicidas. T1: uma aplicação em estágio fenológico V8; T2: duas aplicações, V8 + R2; T3: três aplicações V8+R2+R4; T4, quatro aplicações, V6+V8+R2+R3; e T5: testemunha sem aplicação de fungicida. Durante o desenvolvimento do trabalho, foi avaliado semanalmente a ocorrência de doenças foliares para confirmar a não ocorrência de doenças, visto que mesmo se trabalhando em ambiente protegido, poderia haver riscos de eventuais infecções, porém não se observou ocorrência.

As aplicações de fungicida foram efetuadas com pulverizador tipo borrifador, calibrado para formar gotas finas a médias. Foi respeitada a temperatura e umidade no momento da aplicação, dadas as condições de ambiente controlado. O fungicida usado na aplicação foi piraclostrobina (33,3%) + fluxapiraxade (16,7%), marca comercial Orkestra, na dose de $0,35 \text{ L.ha}^{-1}$, e aplicação de 300 l.ha^{-1} de volume de calda.



Figura 1. Semeadura em vasos (A), desenvolvimento das plantas (B) e avaliação de produção de massa (C e D).

Quando as plantas se encontravam em grão farináceo duro (R5) efetuou-se a pesagem da massa verde de cada planta, considerando para avaliação apenas a parte superior ao nível do primeiro nó em relação ao nível do solo. Após, foram retiradas cinco folhas, uma localizada na inserção da espiga, duas posicionadas abaixo e duas acima da inserção da espiga, sendo separadas, pesadas, acondicionadas em saco plástico, e enviadas para laboratório para análise bromatológica. As partes restantes da planta foram pesadas, acondicionadas em sacos de papel, e secas em estufa de circulação forçada a 60°C, por 72 horas e/ou até obter peso constante para a determinação do teor de matéria seca. Posteriormente, se fez a debulha das espigas e pesagem dos grãos para determinação da massa de grãos por planta produzida nos diferentes tratamentos. Com base na massa verde das amostras enviadas para laboratório da análise bromatológica e o valor percentual de MS aferido se estimou a produção de massa seca da amostra das folhas, a qual foi somada às outras partes a fim de constituir a massa seca total da planta. As amostras foram analisadas no laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal da UNIJUI (Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul), em Ijuí, RS, pelo método de espectroscopia do infravermelho próximo (NIRS), analisando os teores de massa seca (MS), proteína bruta (PB), carboidratos não-fibrosos (CNF), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT).

Para a análise estatística, os dados inicialmente foram submetidos aos testes de normalidade e posterior a análise da variância (ANOVA) e os efeitos, analisados pelo teste de Tukey para comparação múltipla de médias, a 5% de probabilidade de erro ($p < 0,05$). Também se utilizou os dados das variáveis analisadas para a construção de uma matriz de correlação simples (Coeficiente de correlação linear de Pearson) através da aplicação do teste t ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do experimento avaliando o efeito de fungicida (piraclostrobina + fluxapiroxade) não evidenciou efeito do uso de fungicida independentemente do número de aplicações estudadas sobre as qualidades bromatológicas e produtividade de grãos e massa seca na ausência de doenças foliares na cultura do milho (tabela 1).

É possível observar que as variáveis bromatológicas analisadas não foram influenciadas significativamente pelo uso do fungicida piraclostrobina + fluxapiroxade, com

exceção do percentual de massa verde, o qual apresentou diferença estatística, mas não correlação com o número de aplicações de fungicida. Essa diferença apresentada pode ser em virtude de variação da saturação osmótica de água nas células das plantas de milho, podendo algumas plantas estarem mais ou menos saturadas ou terem sofrido desidratação na aferição dos dados, o que pode ter ocasionado a variação significativa.

Esses resultados corroboram com informações geradas em trabalhos de outros pesquisadores. Bradley e Ames (2010) também não observaram um aumento na produção com o uso de fungicida em baixa severidade de doenças. Paul et al., (2011) que em seus trabalhos concluíram que quando a severidade de doenças foliares for baixa, menor de 5%, a probabilidade de resposta produtiva e econômica da aplicação de fungicida não é tão provável, mas quando a severidade da doença no campo for maior que 5%, a aplicação de fungicida é viável economicamente, limitando as perdas de rendimento devido à infecção fúngica.

Tabela 1. Média de dados das variáveis bromatológicas, produção de massa seca e grãos de plantas de milho submetido a diferentes números de aplicações de fungicidas na ausência de doença foliares. Três de Maio, RS 2022.

	Número de aplicações de fungicidas				
	Sem Fungicida	Fungicida 1x	Fungicida 2x	Fungicida 3x	Fungicida 4x
CNF	22.32±1.84 a	20.52±1.43 a	23.17±2.38 a	22.35±1.97 a	23.93±2.03 a
EE	2.78±0.05 a	2.99±0.08 a	2.83±0.14 a	2.86±0.04 a	2.95±0.13 a
FDA	37.40±0.96 a	37.03±0.39 a	37.69±1.26 a	36.67±0.71 a	37.20±1.11 a
FDN	59.68±1.49 a	60.07±0.76 a	59.61±1.83 a	58.72±1.09 a	58.91±2.12 a
MM	5.41±0.75 a	4.77±0.37 a	5.45±1.03 a	5.79±0.82 a	4.74±0.48 a
MS	25.43±0.55 a	24.62±0.57 a	25.03±0.53 a	26.12±1.50 a	25.74±0.95 a
PB	9.83±0.41 a	11.66±0.78 a	8.95±1.40 a	10.28±1.40 a	9.50±0.79 a
NDT	61.66±0.67 a	61.92±0.27 a	61.46±0.88 a	62.18±0.50 a	61.81±0.78 a
Prod.MV	650.68±8.70 bc	693.60±7.42 a	678.23±8.11 ab	618.87±8.76 c	614.06±5.12 c
Prod.MS	229.48±0.77 a	230.89±2.88 a	230.71±3.44 a	227.82±2.58 a	227.22±4.92 a
Prod.Gr	89.13±0.34 a	90.26±1.92 a	89.26±1.41 a	88.67±1.99 a	84.34±1.36 a

Médias seguidas por mesma letra na linha não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Média \pm erro-padrão

Tem sido bastante discutida e divulgada a existência de efeitos fisiológicos dos fungicidas do grupo das estrobilurinas em diversas culturas, inclusive no milho. Algumas empresas têm divulgado o uso desses fungicidas para o manejo de estresses bióticos e abióticos em diversas culturas, sugerindo um potencial aumento de produtividade mesmo na ausência de doenças no campo (RAVA, 2002; WISE e MUELLER, 2011).

Costa et al., (2012b), avaliaram a viabilidade técnica e econômica da aplicação de estrobilurinas em milho e em seu estudo, demonstraram elevada inconsistência de resposta de produtividade de cultivares de milho à aplicação de fungicidas. Essa inconsistência foi observada como uma ausência de repetibilidade dos ganhos produtivos de diferentes cultivares quando submetidas à aplicação de fungicidas em comparação a parcelas não tratadas. Segundo os mesmos autores, algumas cultivares apresentaram rendimento produtivo superior ao limite de custo quando submetidas a uma aplicação de fungicida, mas quando tratadas com duas aplicações o rendimento foi negativo, ou seja, produziram menos que a testemunha sem aplicação.

Neste caso, o número de aplicações de fungicidas não alterou a produtividade de grãos significativamente. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Paul et al., (2011) que utilizaram resultados de experimentos de aplicação foliar de fungicidas conduzidos entre os anos de 2002 a 2009, em quatro estados dos Estados Unidos, para determinar a resposta de produtividade do milho à aplicação de diferentes fungicidas contendo estrobilurinas nas misturas. Segundo estes autores, é improvável a obtenção de benefício econômico da aplicação foliar de fungicidas na cultura do milho quando a severidade das doenças foliares é baixa e a expectativa de produtividade é alta.

Como o experimento foi conduzido na ausência de doenças foliares, não houve redução da área foliar e a transmissão de fotoassimilados acumulados nas folhas para os grãos ocorreu normalmente, não sendo observando efeito fisiológico das aplicações sobre a produtividade tanto de massa seca, como de grãos, uma vez que a testemunha não apresentou diferenciação estatística em nenhum número de aplicação de fungicida.

A produtividade da planta tende a ser limitada por processos que influenciam a oferta de assimilados no período de enchimento de grãos ou processos que controlam o desenvolvimento do grão-dreno. Plantas atacadas por doenças apresentam folhas com área fotossinteticamente ativa reduzida, o que ocasiona menor produção de fotoassimilados, e em consequência, menor produtividade da cultura (RIBEIRO et al., 2016). Segundo Fancelli (2013), para a exploração do potencial produtivo das plantas, torna-se fundamental a

manutenção da integridade foliar localizada acima das espigas, principalmente pelo controle de pragas e doenças.

Um dos fatores primordiais na avaliação da qualidade nutricional da forragem é a quantificação dos teores de fibra insolúvel em detergente ácido que compõe a maior parte da porção de silagem de milho (HAERR et al., 2015).

Os principais métodos utilizados para avaliação do valor nutritivo de uma forragem são os teores de fibras em detergente neutro (FDN), fibras em detergente ácido (FDA), teores de lignina e a digestibilidade (in vitro, in situ e in vivo). A fração de FDN é composta por celulose, hemicelulose e lignina. A FDA é a fração pouco digestível, composta pela celulose e lignina (MENDES, 2012).

Para obter forragem de boa qualidade procura-se encontrar teores aceitáveis dessas fibras e melhorar a digestibilidade propriamente dita, através de melhoramento genético ou até mesmo do manejo da cultura (STADLER, 2017). A FDN é uma característica determinante na velocidade de passagem de alimento pelo trato digestivo de ruminantes e quanto menos o valor de FDN maior será o consumo de MS pelo animal (MARAFON et al., 2015). Nesse sentido, Álvares et al., (2006) ao avaliar a influência da densidade de híbridos destinados à produção de forragem, evidenciou que o fator densidade não influenciou nos teores de FDN e FDA na forragem, salientando que os fatores ciclo, temperaturas noturnas e teores de carboidratos solúveis possam ter maior influência.

A literatura atual afirma que os teores de FDN devem ser iguais ou inferiores à 50% e de FDA inferiores à 30%, para obter uma silagem de boa qualidade. Nesse sentido, Moraes et al., (2013) ao compararem e avaliarem a composição a bromatologia de híbridos de milho e sorgo, obtiveram valores de FDN e FDA em torno de 62% e 28% respectivamente para o milho, corroborando com os valores obtidos por Vieira et al., (2013), com 57% e 29%, respectivamente.

Os resultados apresentados nesse trabalho divergem dos de Kalebich e Cardoso (2017) que ao determinarem o efeito da aplicação foliar de fungicida do grupo da estrobilurina sobre a composição bromatológica de plantas de milho, evidenciaram que a aplicação de fungicida em V5 e R1 reduziu em 11% os teores de FDN, comparado ao tratamento testemunha sem aplicação de fungicida, porém nesse experimento não foi constatado efeito do uso de piraclostrobina + fluxapiraxade.

É importante considerar que a interação genótipos x ambientes altera a expressão de algumas características produtivas e qualitativas conforme se altera o ambiente, demonstrando a importância de avaliações regionalizadas (GRALAK, 2011). A temperatura ao longo do

ciclo da cultura exerce influência significativa nas etapas do desenvolvimento, provocando o prolongamento ou encurtamento da fase vegetativa, através do acúmulo de calor e quantidade de radiação solar. Dessa forma, no período vegetativo e na maturação, temperaturas baixas tendem a retardar essas fases da cultura e influenciar nas características de forragem e no rendimento de grãos (SHIOGA e GERAGE, 2010).

Em relação a porcentagem de matéria seca da silagem, esta deverá ser superior à 30% para uma adequada fermentação e boa conservação do material ensilado (PINTO et al., 2012). Neumann et al., (2008) avaliando o comportamento de híbridos de milho para produção de silagem na região centro sul do Paraná, concluíram que uma silagem de qualidade requer valores entre 32 e 37% de matéria seca para uma boa fermentação e conservação.

Analisando as correlações da tabela 2, observamos que a produção de massa seca tem correlação positiva com a produção de grãos e extrato etéreo (E.E.), ou seja, plantas com maior produção de massa seca total, possuíram maior capacidade produtiva de grãos e maior concentração de lipídios (extrato etéreo). A análise de correlação também mostra que a proteína bruta (PB) se correlaciona negativamente com a fibra em detergente ácido (FDA) e positivamente com a quantidade de nutrientes digestíveis totais (NDT), e a fração MM negativamente com a fração CNF, assim como FDN com a NDT e CNF e positivamente com FDA. Outra correção existente é a de FDA negativamente com CNF, e NDT positivamente com CNF na sua composição bromatológica.

Tabela 2. Análise de correlação de Pearson entre as variáveis bromatológicas e produção de massa e grãos de plantas de milho submetidas a diferentes números de aplicações de fungicida na ausência de doenças. Três de Maio, RS, 2022.

	<i>Prod.MS</i>	<i>Prod.Gr</i>	<i>MS</i>	<i>PB</i>	<i>EE</i>	<i>MM</i>	<i>FDN</i>	<i>FDA</i>	<i>NDT</i>	<i>CNF</i>
Prod.MS	1.000									
Prod.Gr	0.531*	1.000								
MS	0.088	0.413	1.000							
PB	-0.103	0.102	-0.422	1.000						
EE	0.466*	0.287	0.046	0.363	1.000					
MM	-0.407	-0.232	-0.259	0.129	-0.253	1.000				
FDN	0.139	0.101	0.020	-0.287	0.309	0.213	1.000			
FDA	-0.039	0.068	0.215	-0.472*	0.107	0.070	0.894*	1.000		
NDT	0.038	-0.070	-0.217	0.472*	-0.108	-0.070	-0.894*	-1.000*	1.000	
CNF	0.076	-0.065	0.316	-0.409	-0.398	-0.593*	-0.696*	-0.447*	0.447*	1.000

*Correlação significativa de acordo com o teste t ($p \leq 0.05$)

A influência da aplicação de fungicida sobre a qualidade bromatológica é relatada por vários pesquisadores (STADLER, 2017; KALEBICH e CARDOSO, 2017; VENANCIO et al., 2009; HAERR, et al., 2015; MENDES et. al., 2020; VILELA et al., 2012), porém em suas pesquisas os tratamentos fúngicos foram com a presença de doença, não podendo assim, identificar se a influencia nas características bromatológicas foram decorrentes diretamente do uso do fungicida que influenciou os processos fisiológicos da planta e consequentemente, as características químicas-bromatológicas, ou se foi um efeito indireto do controle de doenças ocasionado pela aplicação de fungicida.

Segundo Schumacher et al., (2017), não há efeito benéfico ou deletério da aplicação de piraclostrobina em diferentes épocas e combinações de aplicação sobre os dois híbridos simples de milho cultivados na safra de verão.

Segundo Stadler (2017), a aplicação de fungicida em V8 e R1, reduziu a severidade da ferrugem comum e mancha foliar de diplódia e influenciou positivamente a digestibilidade, reduziu os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) obtidos no ponto de forragem e na silagem, no entanto o autor não explica se o efeito observado foi ocasionado pelo uso do fungicida (efeito fisiológico) ou pelo controle da doença indiretamente.

Em trabalhos realizados por Silva (2018) com diferentes fungicidas observou que todos os tratamentos reduziram a AACPD de todas as doenças e proporcionaram incremento na produtividade de grãos, mas não avaliou a qualidade bromatológica. Kalebich e Cardoso (2017), Venancio et al., (2009), Haerr, et al., (2015) citam efeitos positivos na melhora da qualidade bromatológica das forragens tratadas com fungicidas na presença de doenças foliares. Mendes et, al. (2020), relatam efeito positivo com o uso de fungicidas na cultura do milho, apontando que a aplicação de fungicida em híbridos de milho forrageiros reduziu os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), mas não avaliou a expressividade das doenças foliares em seu trabalho.

Wise e Mueller (2011) abordaram os efeitos do uso de fungicida e comentam que a decisão de aplicar um fungicida deve ser baseada em fatores de doença, e não com base em aumentos de rendimento presumidos que podem ocorrer na ausência de doença.

Cardoso (2020) relata que o reconhecimento de plantas de milho para doenças foliares é uma prática importante para determinar a aplicação de fungicidas. No entanto, a aplicação foliar de fungicidas em plantas de milho usadas para fazer silagem para gado leiteiro parece melhorar sua composição nutricional. Os fatores atribuídos a ela são o aumento dos

componentes do leite e da eficiência alimentar, redução das concentrações de fibras e melhora da digestibilidade ruminal, independentemente da identificação visual de doenças foliares.

Segundo Haerr et al., (2015), com a contaminação da planta por fungos pode ocorrer uma lignificação induzida da parede celular, que tende a aumentar os teores de FDA da silagem e Venancio et al., (2009), afirmam que o controle químico com fungicidas em doenças foliares com híbridos destinados à produção de silagem pode causar alterações na fisiologia da planta, resultando em redução dos teores de lignina, decréscimo dos teores de FDA

Um dos fatores primordiais na avaliação da qualidade nutricional da forragem é quantificar os teores de fibra insolúvel em detergente ácido que compõe a maior parte da porção de silagem de milho (HAERR et al., 2015). Kalebich e Cardoso (2017) ao determinarem o efeito da aplicação foliar de fungicida do grupo da estrobilurina em V5 e R1 sobre a composição bromatológica de plantas de milho (planta inteira, brácteas e sabugo), e evidenciaram que a aplicação de fungicida em V5 e R1 reduziu em 11% os teores de FDN comparado ao tratamento testemunha sem aplicação de fungicida. Resultados semelhantes foram encontrados por Haerr et al., (2016), que ao utilizarem fungicida aplicado em V5, V5 + R1 e V5 + R1 + R3, os autores observaram que com o aumento do número de aplicações, houve maior digestibilidade da matéria seca e decréscimo linear nos teores de FDN, FDA e lignina, sendo que o tratamento com três aplicações obteve os melhores resultados, concluindo que a aplicação foliar de fungicida tende à modificar as características bromatológicas da silagem.

CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram que as variáveis bromatológicas e produtividade de grãos e massa seca não foram influenciadas significativamente pelo uso do fungicida piraclostrobina + fluxapiróxade na ausência de doenças no híbrido testado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, C. G. D.; VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D. Avaliação de características bromatológicas da forragem de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 409-414, 2006.

AZEVEDO, L. A. S. Fungicidas protetores: fundamentos para o uso racional. **São Paulo**, 2003. 320p.

BRADLEY, C.; AMES, K. Effect of foliar fungicides on corn with simulated hail damage. **Plant Disease**, v. 94, n.1, p. 83-86, 2010.

CARDOSO, F. C. Invited Review: Applying fungicide on corn plants to improve the composition of whole-plant silage in diets for dairy cattle. **Applied Animal Science**, v. 36, n. 1, p. 57-69, 2020.

CARVALHO, I. Q. Tecnologia da produção de silagem de milho em sistemas de produção de leite. Universidade Estadual de Maringá – UEM. **Tese de doutorado**. Maringá, 82 p., 2013.

COSTA, R.V.; COTA, L.V.; SILVA, D.D.; MEIRELES, W.F.; LANZA, F.E. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de estrobilurinas em milho. **Tropical Plant Pathology**, v. 37, n. 4, p. 246-254, 2012b.

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

FANCELLI, A.L. **Milho:estratégias de manejo**. Piracicaba: Esalq, 2013. 180p.

FERREIRA, G. D. G.; BARRIÈRE, Y.; EMILE, J. C.; JOBIM, C. C.; ALMEIDA, O. C. Valor nutritivo da silagem de dez híbridos de milho. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, v. 33, n. 3, p. 255-260, 2011.

GRALAK, E. Capacidade combinatória de híbridos comerciais de milho para caracteres agronômicos e bromatológicos da silagem. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR. 77p., 2011.

HAERR, K. J.; LOPES, N. M.; PEREIRA, M. N.; FELLOWS, G. M.; CARDOSO, F. C. Corn silage from corn treated with foliar fungicide and performance of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 12, p. 8962-8972, 2015.

HAERR, K. J.; PINEDA, A.; LOPES, N. M.; WEEMS, J. D.; BRADLEY, C. A.; PEREIRA M. N.; MURPHY M. R.; FELLOWS, G. M.; CARDOSO, F. C. Effects of corn treated with foliar fungicide on in situ corn silage degradability in Holstein cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 222, n. 1, p.149–157, 2016.

KALEBICH, C.C.; CARDOSO, F.C. Effects of Foliar Fungicide Application on Corn Plants on the Composition of Corn Silage for Ruminant Diets. **Journal of Animal Research and Nutrition**. v.2, n.1, p.5, 2017.

LIMA, A.S.; REFFATTI, M.T.N.; JUNCOS, M.C.; BURBULHAN, T.; MATIKOSKI, L. Efeito fisiológico de fungicida pyraclostrobin e tratamento de sementes na cultura do milho. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 2, n. 3, p. 113-128, 2011.

LUDKIEWICZ, M.G.Z. Composição químico-bromatológica da silagem de milho e guandu-anão consorciado ou não com capim marandu. **Dissertação (mestrado)**. Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira, 79p., 2019.

MARAFON, F.; NEUMANN, M.; CARLETTO, R.; WROBEL, F. L.; MENDES, E. D.; SPADA, C. A.; FARIA, M. V. Características nutricionais e perdas no processo fermentativo de silagens de milho, colhidas em diferentes estádios reprodutivos com diferentes processamentos de grãos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 917-932, 2015.

MENDES, M.C.; VON PINHO, R.G.; PEREIRA, M.N.; FARIA FILHO, E.M.; SOUZA FILHO, A.X. Avaliação de híbridos de milho obtidos do cruzamento entre linhagens com diferentes níveis de degradabilidade da matéria seca. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.285-297, 2008.

MENDES, M. H. S. Análise dialéctica de híbridos para características agronômicas e bromatológicas da forragem de milho. Universidade Federal de Lavras – UFLA. **Dissertação de mestrado**. Lavras. 67 p., 2012.

MENDES, M.C.; STADLER, A. J.; OLIVEIRA, C.S. ; NEUMANN, M.; JESUS, S.S.; FARIA, M.V. Chemical characteristics and digestibility of forage maize hybrids associated with foliar fungicide application. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 41, n. 6, suplemento 2, p. 3285-3298, 2020.

MORAES, S. D.; JOBIM, C. C.; SILVA, M. S.; MARQUARDT, F. I. Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 4, p. 624-634, 2013.

NEUMANN, M.; OST, P. R.; PELLEGRINI, L. G. de; DEFAVERI, F. J. Comportamento de híbridos de milho (*Zea mays*) e sorgo (*Sorghum bicolor*) para silagem na região centro-sul do Paraná. **Ambiência Guarapuava**, v. 4, n. 2, p. 237-250, 2008.

PAUL, P.A.; MADDEN, L.V.; BRADLEY, C.A.; ROBERTSON, A.E.; MUNKVOLD, G.P., Meta-analysis of yield response of hybrid field corn to foliar fungicides in the U.S. Corn Belt. **Phytopathology**, v.101, n. 9, p.1122-1132, 2011.

PINTO, A.P.; MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.; PEREIRA, E.S.; BUMBIERIS JUNIOR, V.H.; PIMENTEL, P.G.; SALMAZO, R.; CARNEIRO, I.R.O. Evaluation of orange peel and corn silages with different protein additives. **Semina**, v. 33, n. 2, p. 3305-3314, 2012.

RAVA C.A. Eficiência de fungicidas no controle da antracnose e mancha angular do feijoeiro comum. **Summa Phytopathologica**, v.8, n. 1, p.65-69, 2002.

RIBEIRO, L. P., CHIARADIA, L. A., MADALÓZ, J. C., e NESI, C. N Pragas e doenças do milho: diagnose, danos e estratégias de manejo. Epagri. **Boletim Técnico**, p. 84, 2016.

SCHUMACHER, P. V., ROSSATO, M.; NETTO, A.C. P, D'ABADIA, A.C.A, REIS, E. F. Corn hybrids responses to pyraclostrobin use in disease absences. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.84, n.1 p 1-8, 2017.

SHIOGA, P. S.; GERAGE, A. C. Influência da época de plantio no desempenho do milho safrinha no estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 3, p. 236-253, 2010.

SILVA, T. S. Flutriafol e azoxistrobina: uma combinação eficiente para o controle de doenças foliares fúngicas na cultura do milho. **Dissertação (mestrado)**. IF Campus Urutaí- GO., 30 p., 2018.

STADLER, A.J. Aplicação foliar de fungicida nas características bromatológicas da forragem e silagem de híbridos de milho. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Guarapuava, 78 p., 2017.

VENANCIO, W. S.; RODRIGUES, M. A. T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N. L. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharia**, v. 9, n. 1, p. 59-68, 2009.

VENANCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.P.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. Efeitos fisiológicos de fungicidas sobre as plantas. 1. Efeitos fisiológicos do fungicidas pyraclostrobin. In: Luz, W.C. (Ed.). **Revisão anual de patologia de plantas**. V.12, n.1, p.217-341, 2004.

VIEIRA, V. C.; MARTIN, T. N.; MENEZES, L. F. G.; ORTIZ, S.; BERTONCELLI, P.; STORCK, L. Caracterização bromatológica de silagens de milho de genótipos super precoce. **Ciência Rural**, v. 43, n. 11, p. 1925-1931, 2013.

VILELA, R.G.; ARF, O.; KAPPES, C.; KANEKO, F.H.; GITTI, D.D.; FERREIRA, J.P.; Desempenho agrônômico de híbridos de milho, em função da aplicação foliar de fungicidas. **Bioscience Journal**, v.28, n.1, p.25-33, 2012.

WISE K, MUELLER D. Are fungicides no longer just for fungi? An analysis of foliar fungicide use in corn. **APSnet Features**. v. 10, n.1, 2011. Disponível em <https://www.apsnet.org/edcenter/apsnetfeatures/Pages/fungicide.aspx> acesso em 29 set. 2021.

CONCLUSÃO GERAL

A partir dos resultados desses trabalhos pode-se compreender melhor a interação dos patossistemas, híbridos e a sistemática do controle de doenças fúngicas na cultura do milho.

Os híbridos de milho apresentam diferentes níveis de suscetibilidade a doenças, mostrando assim, a importância de considerar as características genéticas do híbrido quanto a resistência ou suscetibilidade a doenças foliares no processo de tomada de decisão de uso ou não de fungicida na cultura do milho, de forma a atender a uma resposta economicamente viável.

Entre os fungicidas testados e nas condições de desenvolvimento dos experimentos o fungicida piraclostrobina + epoxiconazole + fluxapiroxade reduz significativamente a AACPD de ferrugem, helmintosporiose, mancha-branca e cercosporiose na cultura do milho, condicionando a melhores resultado de produtividade de grãos e massa seca entre os fungicidas testados

A resposta sobre a produtividade de grãos e massa seca com a aplicação de fungicida em híbrido de menor suscetibilidade a doenças é menos significativa quando comparada a aplicação em híbridos de maior suscetibilidade. Efeitos positivos da produtividade de grãos e massa seca não é significativa para os híbridos de baixo nível de suscetibilidade a doenças, sendo a resposta positiva maior em híbridos de maior suscetibilidade a doenças foliares, demonstrando que interação entre nível de suscetibilidade e controle químico.

A produtividade de grão e massa seca está correlacionada negativamente com a AACPD das doenças ferrugem, helminto, cercospora e mancha branca. A influência na qualidade bromatológica está relacionada a ocorrência e intensidade de ocorrência de doenças foliares. Quanto maior a AACPD de ferrugem e cercospora maiores os teores de FDN e FDA e conseqüentemente, menor é a digestibilidade da silagem e qualidade bromatológica, indicando a correlação negativa dessas duas doenças com a qualidade bromatológica final.

As variáveis bromatológicas e produtividade de grãos e massa seca não são influenciadas significativamente pelo uso do fungicida piraclostrobina + fluxapiroxade na ausência de doenças no híbrido testado.

7 REFERÊNCIAS GERAIS

BERNARDES, T. F. Levantamento das práticas de produção e uso de silagens em fazendas leiteiras no Brasil. Universidade Federal de Lavras, Lavras (**E-book**), 2012.

CASELA, C.R.; FERREIRA, A.D.; PINTO, N.F.J.A. Doenças na cultura do milho. **Circular técnica**. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo. 2006. Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/490415/1/Circ83.pdf> acesso dia 15 out. 2021.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária, safra 2018-2019**. v.6, 2018. 54p.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária, safra 2019-2020**. v.8, 2020. 76p.

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

FAO, The state of food insecurity in the world 2014. 2014. **Food and Agriculture Organization** of the United Nations. Disponível em <https://www.fao.org/3/i4030e/i4030e.pdf> acesso em 27 jul. 2021.

GILLAND B. World population and food supply: can food production keep pace with population growth in the next half-century? **Food Policy**, v.27, n. 1, p.47-63, 2002.

JULIATTI, F. C.; ZUZA, J.L.M.F.; SOUZA, P.P.; POLIZEL, A.C. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 34-41, 2007.

KALEBICH, C.C.; CARDOSO, F.C. Effects of Foliar Fungicide Application on Corn Plants on the Composition of Corn Silage for Ruminant Diets. **Journal of Animal Research and Nutrition**. v.2, n.1, p.5, 2017.

KARAN, D.; MAGALHÃES, P. C. **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global**. Ed. Salvador: ABMS, 411 p., 2014.

PAZIANI, S.F; DUARTE, A.P.; NUSSIO, L.G.; GALLO, P.B.; BITTAR, C.M.M.; ZOPOLLATTO, M; RECO, P.C. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia [online]**. v. 38, n. 3 pp. 411-417, 2009.

SAATH KCO, FACHINELLO AL. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 2, p. 195-212, 2018.

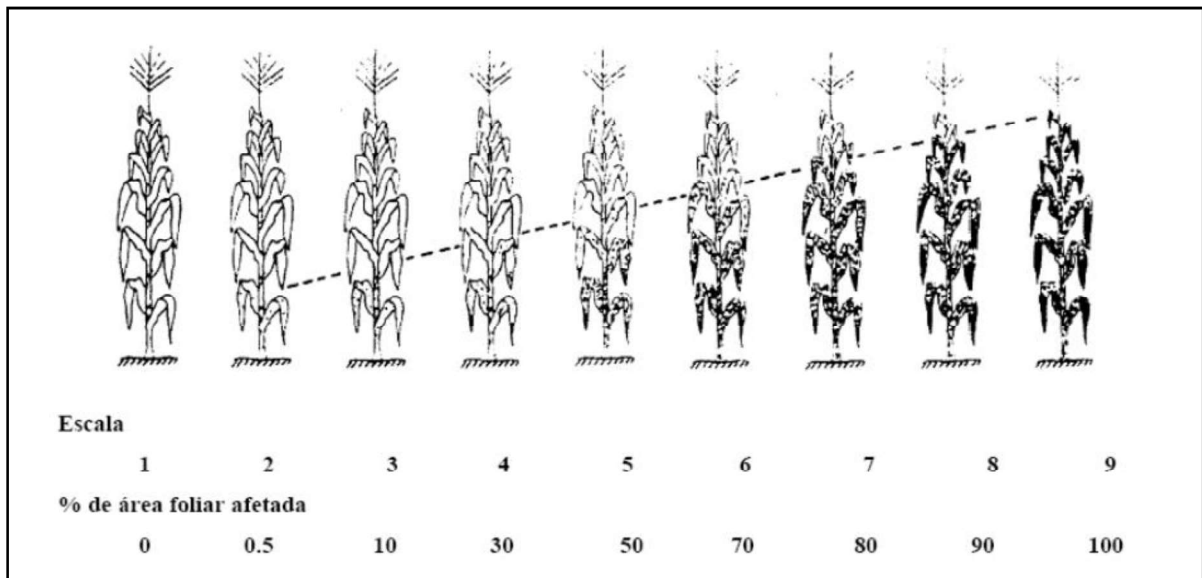
SABATO, E. de O; PINTO, N. F. J de A.; FERNANDES, F. T. **Identificação e Controle de Doenças na Cultura do Milho**. 2ª ed. Brasília: Embrapa, 198 p., 2013.

UNITED STATES DEPARTMENT AGRICULTURE – USDA. **Agricultural Projections**. 2017. Disponível em: <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome> Acesso em: 19 de mai. 2018.

UNITED STATES DEPARTMENT AGRICULTURE - USDA, United States. Department of Agriculture, World Agricultural Production. **Circular Series**. 2019. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf> Acesso em 15 abr. 2020.

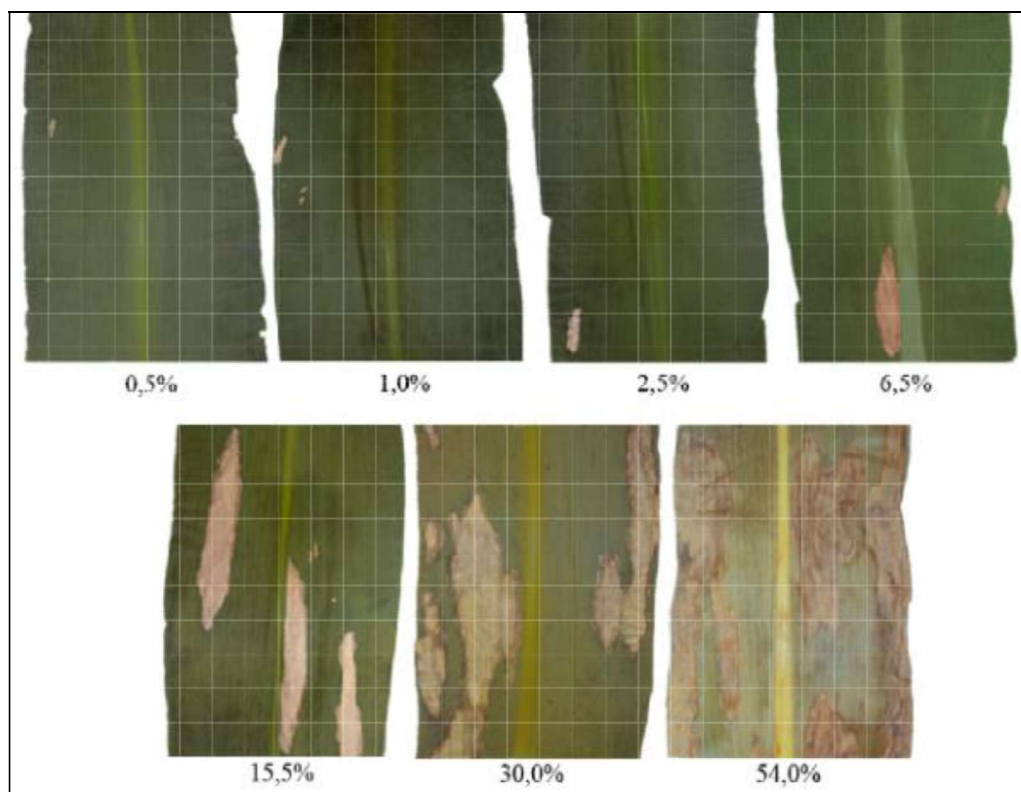
8 ANEXOS

ANEXOS A



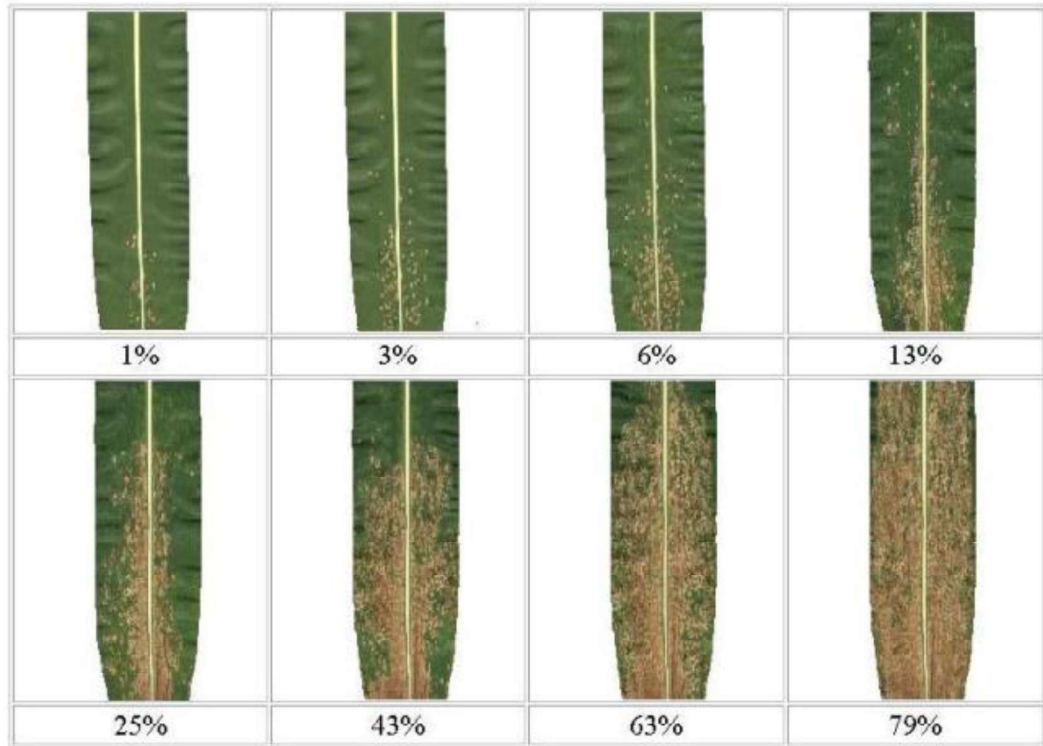
Escala diagramática para a avaliação das doenças foliares do milho ferrugem polissora e cercosporiose. Fonte: AGROCERES (1996).

ANEXOS B



Escala diagramática para avaliação de helmintosporiose em milho causada por *Exserohilum turcicum*. Valores em percentual de área foliar com sintomas. Fonte: LAZAROTO et al. (2012).

ANEXOS C



Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha branca ou mancha foliar de *Phaeosphaeria* em milho. Fonte: SACHS et al., (2011).