

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

MAYARA SUE FIAMETTI

**APLICAÇÕES DE FUNGICIDAS EM ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DO MILHO
PARA CONTROLE DE PODRIDÃO DA BASE DO COLMO E SEUS EFEITOS EM
VARIÁVEIS AGRONÔMICAS**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PARANÁ
2022**

MAYARA SUE FIAMETTI

**APLICAÇÕES DE FUNGICIDAS EM ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DO MILHO
PARA CONTROLE DE PODRIDÃO DA BASE DO COLMO E SEUS EFEITOS EM
VARIÁVEIS AGRONÔMICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Dr. Antonio Carlos Torres da Costa

Coorientador: Prof. Dr. Jose Renato Stangarlin

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2022

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Fiametti, Mayara Sue
APLICAÇÕES DE FUNGICIDAS EM ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DO MILHO
PARA CONTROLE DE PODRIDÃO DA BASE DO COLMO E SEUS EFEITOS EM
VARIÁVEIS AGRONÔMICAS / Mayara Sue Fiametti; orientador
Antonio Carlos Torres da Costa; coorientador Jose Renato
Stangarlin. -- Marechal Cândido Rondon, 2022.
44 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Marechal Cândido
Rondon) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro
de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia,
2022.

1. Milho. 2. Podridão da base do colmo. 3. Fungicidas. I.
Torres da Costa, Antonio Carlos, orient. II. Stangarlin,
Jose Renato, coorient. III. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000
Marechal Cândido Rondon - PR.



MAYARA SUÊ FIAMETTI

Aplicações de fungicidas em estádios fenológicos do milho para controle de podridão da base do colmo e seus efeitos em variáveis agrônômicas

Dissertação apresentada à distância, de forma síncrona e por videoconferência, conforme Resolução nº 052/2020 – CEPE, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas, APROVADA pela seguinte banca examinadora:

Orientador - Antonio Carlos Torres da Costa

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Paulo Sérgio Rabello de Oliveira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Mônica Anghinoni Müller

Fundação MT

Neumário Vilanova da Costa
Coordenador Especial do Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Marechal Cândido Rondon, 13 de setembro de 2022

A Deus por me permitir realizar mais esse sonho.
Aos meus pais, Leonildo Fiametti e Bernardete Miola Fiametti.
Ao meu marido Fernando Luis Kuhn.
E as minhas irmãs, Tatiane Fiametti e Fernanda Fiametti.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Muita gratidão a Deus, pela oportunidade de me permitir realizar mais esse sonho.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE *Campus* Marechal Cândido Rondon, pela oportunidade dada e o apoio.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela disponibilidade da vaga. A Leila Dirlene Allievi Werlang, por todo apoio e por estar sempre disponível para sanar as dúvidas burocráticas, sempre com um sorriso no rosto durante todo o período.

Ao meu orientador Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa pela orientação, paciência, incentivo e apoio sempre que necessário.

Ao meu Coorientador Prof. Dr. Jose Renato Stangarlin pelo apoio prestado com dicas que com certeza fizeram muita diferença para minha dissertação.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UNIOESTE por transmitirem seus conhecimentos.

Aos meus pais (Leonildo e Bernadete) e irmãs (Tatiane e Fernanda) por torcerem pelo meu sucesso, nos estudos e na vida.

Ao meu esposo e parceiro Fernando Luis Kuhn, pelo apoio e paciência durante o período.

A todos meus colegas da Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Unioeste pela troca de experiências e conhecimento durante o período do mestrado.

“Os sonhos são como uma bússola, indicando os caminhos que seguiremos e as metas que queremos alcançar. São eles que nos impulsionam, nos fortalecem e nos permitem crescer”

Augusto Cury

RESUMO

FIAMETTI, Mayara Sue. Engenheira Agrônoma. Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Setembro de 2022. **Aplicações de fungicidas em estádios fenológicos do milho para controle de podridão da base do colmo e seus efeitos em variáveis agronômicas.**

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa. Coorientador: Prof. Dr. Jose Renato Stangarlin

Nos últimos anos a cultura do milho assumiu grande importância na economia nacional, levando os produtores a adotarem algumas práticas de manejo, como cultivos sucessivos, que resultam no aumento de problemas fitossanitários, como as doenças de colmo e que reduzem a produtividade. O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos das aplicações de dois fungicidas para controle da podridão da base do colmo e seus efeitos nas variáveis agronômicas. O experimento foi conduzido em Toledo – PR, durante a segunda safra (safrinha) de 2021. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados no esquema fatorial 5×2 , com cinco repetições. O primeiro fator referente aos estádios fenológicos de aplicação dos fungicidas (V_4 , V_8 , V_4+V_8 e $V_4+V_8+V_{12}$, além de testemunha não tratada) e o segundo fator refere-se aos fungicidas (trifloxistrobina + protioconazol e piraclostrobina + fluxapiraxade). Avaliou-se altura de planta, altura de inserção de espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, massa de mil grãos, produtividade e a incidência da podridão da base do colmo. Com base nos estádios fenológicos de aplicação dos fungicidas só houve diferença estatística para altura de planta e incidência de podridão da base do colmo. No estádio V_4 , a altura de planta constatada superou a testemunha e o estádio $V_4 + V_8$, com diferenças de 4,8 e 4,0%, respectivamente. Em relação aos fungicidas só foi verificada na altura de planta e produtividade. Com o uso de piraclostrobina + fluxapiraxade a produção foi 7% maior do que onde foi utilizado trifloxistrobina + protioconazol. Os fungicidas foram mais eficazes para controlar a podridão da base do colmo do milho, quando aplicado nos estádios vegetativos $V_4 + V_8 + V_{12}$. As variáveis agronômicas, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e massa de mil grãos não foram influenciadas pela aplicação dos fungicidas. A aplicação dos fungicidas piraclostrobina + fluxapiraxade proporcionou maior produtividade.

Palavras chaves: *Zea mays* L.. piraclostrobina + fluxapiraxade. trifloxistrobina + protioconazol.

ABSTRACT

FIAMETTI, Mayara Sue. Agronomist engineer. State University of Western Paraná, in September 2022. **Fungicide applications in corn phenological stages to control stem base rot and its effects on agronomic variables.**

Advisor: Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa. Co-advisor: Prof. Dr. Jose Renato Stangarlin

In recent years, maize has assumed great importance in the national economy, leading producers to adopt some management practices, such as successive crops, which result in an increase in phytosanitary problems, such as stem diseases. The objective of this work was to verify the effectiveness of the application of two fungicides to control stem base rot and its effects on agronomic variables. The experiment was conducted in Toledo - PR, during the second harvest (safrinha) of 2021. The experimental design used was in randomized blocks in a 5 × 2 factorial scheme, with five replications. The first factor refers to the phenological stages of fungicide application (V₄, V₈, V₄+V₈ and V₄+V₈+V₁₂, in addition to untreated control) and the second factor refers to the fungicides (trifloxystrobin + prothioconazole and pyraclostrobin + fluxapyroxad). Plant height, ear insertion height, stem diameter, number of rows per cob, number of grains per row, thousand-grain mass, yield and incidence of stem base rot were evaluated. Based on the phenological stages of fungicide application, there was only statistical difference for plant height and stem base rot incidence. In the V₄ stage, the observed plant height exceeded the control and the V₄+V₈ stage, with differences of 4.8 and 4.0%, respectively. Regarding fungicides, it was only verified in plant height and productivity. With the use of pyraclostrobin + fluxapyroxad, the production was 7% higher than when trifloxystrobin + prothioconazole were used. The fungicides were more effective to control corn stalk base rot when applied in the V₄ + V₈ + V₁₂ vegetative stages. The agronomic variables, number of rows per cob, number of grains per row and mass of one thousand grains were not influenced by the application of fungicides. The application of the fungicides pyraclostrobin + fluxapyroxad provided higher productivity.

Key words: Zea mays L.. pyrclostrobin + fluxapyroxade. trifloxystrobin + prothioconazole.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Precipitação acumulada semanal (mm) e temperaturas máximas, médias, mínimas (°C) durante o período de condução do experimento. Toledo, PR, 2021. Os dados foram obtidos pela estação meteorológica (SIMEPAR). 27

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Valores médios de altura de inserção de espiga (cm), altura de planta (cm), diâmetro de colmo (mm), número de fileiras por espiga (und), número de grãos por fileira (und), massa de mil grãos (g), incidência de podridão da base do colmo (%) produtividade de grãos (Kg ha^{-1}) em função dos estádios de aplicação na cultura do milho. Toledo, PR, 2021. 30
- Tabela 2** - Altura de inserção de espiga (cm), altura de planta (cm), diâmetro de colmo (mm), número de fileiras por espiga (und), número de grãos por fileira (und), massa de mil grãos (g), incidência de podridão da base do colmo (%) e produtividade de grãos (Kg ha^{-1}) em função de diferentes fungicidas aplicados na cultura do milho. Toledo-PR, 2021. 33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	CULTURA DO MILHO.....	16
2.2	DOENÇAS DO COLMO DO MILHO.....	18
2.3	CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS	21
2.4	MANEJO QUÍMICO DAS DOENÇAS.....	22
3	MATERIAL E MÉTODOS	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5	CONCLUSÕES	36
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a produção de milho no Brasil aumentou consideravelmente. Isso aconteceu porque o milho passou a ter mais valor nos mercados nacional e internacional, se tornando uma commodity com grande importância na economia brasileira.

Desde 2019, quando o Brasil exportou aproximadamente 43 milhões de toneladas de milho, aumento de 88,5%, comparado ao ano anterior, houve grandes variações nas exportações deste grão. Em 2020, devido a vários problemas, as quantidades exportadas já caíram para 34,4 milhões de toneladas e em 2021, o volume total exportado foi de apenas 20,4 milhões de toneladas, o menor patamar desde 2016 (COMEX STAT, 2022). Em 2022 estima-se produzir 114,7 milhões de toneladas de milho, 31,7% superior a produção da safra 2020/21 (CONAB, 2022).

Algumas práticas como cultivos sucessivos, ampla adoção do sistema de semeadura direta sem rotação de culturas e a utilização de genótipos suscetíveis, podem resultar no aumento da ocorrência das doenças na cultura do milho (JULIATTI et al., 2007; ROSSET et al., 2013; ECCO et al., 2014). As doenças geralmente são causadas por patógenos que apresentam elevada capacidade de sobrevivência no solo e em restos de cultura, culminando no rápido acúmulo de inóculo nas áreas de cultivo (COSTA et al., 2008, 2010), que não passam por um período de pousio. Além de doenças foliares, as práticas citadas favorecem as podridões do colmo e da espiga (ZAMBOLIM; CASA; REIS, 2000; DENTI; REIS, 2001).

O colmo do milho é de grande importância para a planta, pois, tem como objetivo possibilitar o transporte de água e nutrientes além de sustentar os órgãos reprodutivos e as folhas (GOMES et al., 2010; BRITO et al., 2011, 2013). O colmo, também desempenha função de órgão de reserva, desse modo, quando as plantas apresentam um aparato fotossintético foliar danificado, os carboidratos do colmo são redistribuídos para os grãos, suprimindo esse déficit energético (SANGOI et al., 2001; VAZ; SIMONETTI; MONTIEL, 2016).

A qualidade do colmo pode ser afetada por essa redistribuição de reservas, ou também por patógenos e pragas, como os fungos *Stenocarpella* spp., *Fusarium* spp.

e *Colletotrichum graminicola* (SANZ-MARTÍN; POSTIGO, 2016; ZHANG et al., 2016). Logo, a aplicação de fungicidas no milho pode atuar na manutenção do tecido foliar e na integridade do colmo, contribuindo para manter o potencial produtivo da cultura (SILVA; SCHIPANSKI, 2007; REZENDE, 2014).

Dentre os grupos químicos de fungicidas mais utilizados na cultura do milho, destacam-se os triazóis e as estrobilurinas e, nos últimos anos, o grupo químico carboxamidas foi lançado no mercado brasileiro para uso em milho (SILVA et al., 2018).

Alguns trabalhos relataram que a aplicação de fungicidas do grupo carboxamidas na cultura do milho, resultou em diferença (10,7% mais grosso, com aplicação) no diâmetro do colmo (OLIBONI, 2020) e, também na maior integridade do mesmo (SILVA et al., 2018). Já Rosa et al. (2017) relataram que o milho submetido a aplicação do fungicida nos estádios fenológicos V_8 , V_T e R_1 , apresentaram produtividade média 18%, 30% e 21% superior à testemunha, nos três respectivos estádios.

Como as doenças de colmo afetam diretamente a produtividade da cultura, tornou-se necessário a busca de informações para um manejo mais adequado e que sejam capazes de reduzir essas doenças, permitindo que os híbridos de milho possam expressar o máximo potencial produtivo.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência de aplicação de dois fungicidas para controle da podridão da base do colmo e seus efeitos nas variáveis agronômicas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CULTURA DO MILHO

O milho *Zea mays* L., pertencente à família Poaceae, é uma planta herbácea e monoica (as flores masculinas se agrupam numa panícula no topo da planta, enquanto as femininas são constituídas pelas espigas), cujo ciclo é bastante variado e, nas condições brasileiras, as completa o seu ciclo entre 110 a 180 dias (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004).

A planta do milho possui raízes fasciculadas que contém raízes primárias e seminais, adventícias e de suporte, folhas longas e lanceoladas com pilosidades são invaginantes e bem vigorosas, inserem-se por nós do colmo, apresentam nervura central em forma de canaleta (FERNANDES et al., 2012). O colmo é formado por nós e entrenós com função suportar as folhas e partes reprodutivas, além de servir como órgão de reserva (DA SILVA et al., 2021). O florescimento ocorre aproximadamente de 50 a 100 dias após sementeira e é afetado principalmente pela temperatura (BARBANO et al., 2001).

Devido a sua adaptabilidade, o milho pode ser cultivado desde o Equador até o limite das zonas temperadas e desde o nível do mar até altitudes superiores a 3600 metros, encontrando-se, em climas tropicais, subtropicais e temperados (BARROS; CALADO, 2014).

O milho destaca-se como o terceiro cereal mais consumido no mundo em função de seu valor nutritivo e por sua diversidade de aplicação como: alimentação humana e animal e em outras indústrias (ZOPOLLATTO, 2007).

A cultura do milho fornece produtos largamente utilizados pelo homem e para produção animal e é importante matéria-prima para a indústria, em razão da quantidade e da natureza das reservas acumuladas em seus grãos (SEVERINO; CARVALHO; CHRISTOFFOLET, 2005; SANTOS et al., 2020). O grão é beneficiado em óleo, etanol, farinha, amido, margarina, xarope de glicose, entre outros (ALVES et al., 2015; MAPA, 2021).

O Brasil terceiro maior produtor mundial, atrás apenas dos Estados Unidos e da China (CUNHA et al., 2020), apresenta uma estimativa de produção de milho para

a safra 2021/22, em torno de 113 milhões de toneladas, destacando principalmente o milho safrinha que corresponde a 73% da produção (CONAB, 2022).

Nos últimos anos a cultura do milho assumiu grande importância nas exportações brasileiras, devido à demanda internacional, motivada principalmente pela seca nos Estados Unidos. Em 2022 estima-se exportar 44 milhões de toneladas de milho, superando o recorde anterior que havia sido em 2019, onde o Brasil exportou cerca de 43 milhões de toneladas do grão (COMEX STAT, 2022).

Os estados brasileiros que mais produziram milho na safra 2020/21 foram: Mato Grosso, Paraná, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, São Paulo, Bahia, Santa Catarina e Maranhão, com média de produção em torno de 39,9; 17,9; 12,7; 10,9; 8,3; 5,7; 4,5; 2,9; 2,8 e 2,2 milhões de toneladas, respectivamente (CONAB, 2021).

O estado do Paraná cultivou 3,15 milhões de hectares de milho na safra 2021/22 (aumento de 12% da área semeada), com produtividade média de 6.137 kg ha⁻¹, alcançando 17,6 milhões de toneladas produzidas, um acréscimo de 156% na produção em comparação a safra de 2020/2021, apenas na safrinha (SEAB/DERAL, 2022).

Os avanços significativos na produção de milho ano a ano, têm sido alcançados principalmente por avanços tecnológicos como: melhoramento genético, do maior grau de conhecimento agrônomo da planta, mudanças das técnicas de cultivo e manejo entre outros (ZOPOLLATTO, 2007; GALVÃO et al., 2014).

Mesmo com tanto avanço, deve ser observado que o aumento de rendimento do milho depende de outros fatores, tais como: potencial produtivo do genótipo, resistência às doenças, fertilidade do solo, densidade adequada de plantas, sistema de cultivo (rotação ou monocultura), sistema de semeadura (convencional ou direta), manejo de pragas e doenças e das condições ambientais (DENTI; REIS, 2003).

Como a cultura do milho está presente em uma ampla abrangência, com diversas condições edafoclimáticas e, elevado número de doenças (tanto a parte aérea, colmo e raiz) que já foram identificadas e que causam perdas significativas nas lavouras, sendo responsáveis pela dificuldade de exploração do máximo potencial

genético de vários híbridos (POZAR et al., 2009; SABATO, 2014; DE SOUZA; PEREIRA; DE SOUZA, 2015).

2.2 DOENÇAS DO COLMO DO MILHO

A exposição da cultura do milho a doenças é demasiadamente importante, pois pode limitar o desenvolvimento quantitativo e qualitativo da planta, proporcionando menor produtividade, em qualquer que seja o sistema de produção adotado (BRITO et al., 2011; CUNHA et al., 2020).

A incidência e a severidade das doenças do milho no Brasil, nas principais regiões produtoras do país, são tão importantes que podem comprometer até 80% da produtividade (SANTOS et al., 2013; FARIA et al., 2015).

As podridões do colmo podem ser consideradas uma das doenças mais importantes na cultura do milho, pois, ocorrem em todas as lavouras, em todas as safras, com incidência e severidade variada (CASA; REIS; ZAMBOLIM, 2006), com grandes reflexos econômicos (DENTI; REIS, 2003).

A infecção do colmo compromete a translocação de água e de nutrientes do solo para as partes aéreas da planta, também são responsáveis pelo quebraamento do colmo e pelo acamamento, dificultando a colheita e afetando o rendimento potencial e a qualidade dos grãos (SILVA et al., 2018).

Nos Estados Unidos, os danos causados pelas podridões do colmo do milho foram 10% a 20% em híbridos suscetíveis e em outros países de 25% a 30%, chegando a 50% em algumas regiões (SHURTLEFF, 1992; JACKSON; REES; HARVESON, 2014). Para Costa et al. (2008), Casa, Reis e Zambolim (2006) o surgimento das doenças de colmo estão relacionados a cultivos sucessivos, a ampla adoção do sistema de semeadura direta sem rotação de culturas e a utilização de genótipos suscetíveis favorecem a ocorrência da doença em função da elevada capacidade dos patógenos de sobreviverem no solo e em restos de cultura, que resulta no rápido acúmulo de inóculo nas áreas de cultivo.

Ressalta-se que qualquer fator que reduza a capacidade fotossintética e a produção de carboidratos, como estresse hídrico, temperaturas elevadas,

desequilíbrios nutricionais, redução da radiação solar e perda de área foliar devido ao ataque de pragas e doenças, predispõem as plantas à ocorrência das doenças de colmo (CASA et al., 2007). Isso geralmente ocorre no final do ciclo da cultura do milho, pois fatores envolvidos na senescência deixam as plantas ainda mais suscetíveis (FONTOURA et al., 2006).

As podridões do colmo promovem danos diretos, basicamente pela colonização dos tecidos vasculares do colmo, fato que favorece a redução no enchimento dos grãos e morte prematura das plantas (ROSSET et al., 2013). São indicativos da presença de podridões do colmo, sintomas de descoloração da casca e menor resistência à pressão da base do colmo, no primeiro e segundo entrenós logo acima da superfície do solo (COSTA et al., 2010). Portanto, dever-se procurar eliminar ou reduzir os inóculos nas suas principais fontes, utilizando sementes tratadas e certificadas e realizando rotação de culturas nas áreas de cultivos para que os restos culturais também não seja problema.

As principais espécies de fungos causadoras de podridão da base do colmo relatadas no Brasil são: *Colletotrichum graminicola* (Ces) G.W. Wils, *Fusarium graminearum* Schwabe Petch (*Gibberella zeae* Schw.) e *Fusarium verticillioides* [Sin.= *Fusarium moniliforme* Sheld (*Gibberella fujikuroi* Sawada)] *Stenocarpella maydis* (Berk.) [Sin. *Diplodia maydis* (Berk.), *Stenocarpella macrospora* Earle [Sin. *D. macrospora* Earle in Bull.], (WORDELL FILHO; CASA, 2010). O número de patógenos causadores de podridão de colmo pode variar pela frequência e intensidade em que podem ocorrer:

a) Podridão do colmo por *Stenocarpella* spp.: Causada pelos fungos *Stenocarpella maydis* (Berk.) [Sin. *Diplodia maydis* (Berk.) e *S. macrospora* Earle [Sin. *D. macrospora* Earle in Bull.], é considerada uma doença bastante comum (CASA; REIS; ZAMBOLIM, 2004). Foi descoberto pela primeira vez em 1884, nos Estados Unidos e a partir disso foi relatado em cinco continentes. Já o primeiro relato sobre colmo em milho foi em 1896 no estado de Alabama, Estados Unidos (CASA; REIS; ZAMBOLIM, 2006).

A doença se manifesta na fase de produção da planta, sendo favorecida pela ocorrência de chuvas e por semeadura em alta densidade, e cujo inóculo sobrevive

em restos da cultura do milho (SABATO, 2014). Os sintomas começam próximos aos nós inferiores do colmo como forma de lesões marrons, quase negras, os colmos afetados revelam, na parte externa dos internódios afetados, uma alteração na coloração caracterizada por despigmentação, que pode variar de palha a marrom (PEREIRA, 1997; CASA; REIS; ZAMBOLIM, 2004). Internamente, a medula apresenta coloração escura e com o passar do tempo se desintegra permanecendo somente os vasos lenhosos (SABATO, 2014).

b) Podridão do colmo por *Fusarium* sp.: essa doença é causada por *Fusarium* spp., e tem maior incidência em condições de alta umidade do solo e de temperaturas em torno de 28 a 30 °C. O fungo *Fusarium* sobrevive em restos da cultura do milho, no solo, sendo capaz de infectar raízes, e tendo como consequência, a murcha da planta, além do tombamento de plântulas (BRAZ, 2013). Os sintomas característicos são observados no colmo, na parte externa, tendo lesões necróticas de cor marrom. Já na parte interna do colmo apresenta coloração rosada ou salmão (SABATO, 2014).

c) Antracnose do colmo: O fungo *Colletotrichum graminicola* (Ces) é o agente causal da antracnose do colmo, folhas e plântulas. O fungo tem capacidade de sobreviver em restos culturais e tem a capacidade de ser disseminado por sementes (PARREIRA et al., 2014). A antracnose do colmo ocorre com maior frequência quando ocorre alta precipitação pluviométrica na fase de produção de plantas e pode ser beneficiada pela alta densidade populacional (SABATO, 2014).

Os sintomas podem aparecer em qualquer parte da planta; no colmo, surgem logo após a polinização, na forma de lesões estreitas, encharcadas, inicialmente de coloração pardo avermelhada, passando a castanho-escuras ou pretas no decorrer do tempo (FONTOURA et al., 2006).

d) Podridão de colmo por *Pythium aphanidermatum*: o fungo *Pythium aphanidermatum* invade os tecidos do colmo da planta de milho adulta, no primeiro entrenó, causando o tombamento da planta. Essa doença ocorre em solos encharcados e com temperaturas em torno de 32°C. Os sintomas são uma podridão aquosa na cor marrom claro, no primeiro entrenó do colmo (SABATO, 2014). Essa podridão é do tipo aquosa sendo bem semelhante as podridões por bactéria, diferindo

por ficarem restritas ao primeiro entrenó acima do solo, enquanto as bacterioses atingem vários entrenós (FORZZA et al., 2010).

e) Podridão por *Macrophomina*: é causada pelo fungo *Macrophomina phaseolina*, é um habitante natural do solo, que mesmo na ausência d hospedeiro, pode sobreviver por longos períodos em restos culturais por meio de estruturas de resistência (microescleródios), com isso, a doença pode ser favorecida por ambiente quente e seco por altas temperaturas (37 °C) e baixa umidade no solo, comum no cultivo de safrinha (ISHIKAWA et al., 2018), infectando os tecidos das raízes e do colmo de plantas de milho adultas, e ainda a qualidade das sementes de milho. Essa infecção pode ocorrer nos primeiros estádios de desenvolvimento da planta, contudo os sintomas só são visíveis nos entrenós inferiores, após a polinização (SABATO, 2014). Na parte interna do colmo, ocorre desintegração dos tecidos da medula enquanto os vasos lenhosos permanecem intactos e se pode observar a presença de numerosos pontinhos negros que conferem cor cinza típica (LUZ et al., 2020).

f) Podridão do colmo por *Rhizoctonia*: é causada pelo fungo *Rhizoctonia solani*, que infecta as raízes da planta e tem capacidade de sobreviver em restos da cultura do milho e no solo. Os sintomas no colmo são de lesões de cor avermelhada, com capacidade de se estender de um nó para o outro, surgindo primeiramente nos nós inferiores do colmo e podendo atingir até as partes superiores da planta (SABATO, 2014).

As relações entre clima e doenças são tão importantes que são rotineiramente usadas em sistemas de previsão de doenças e manejo de epidemias, pois as flutuações na severidade de doenças são determinadas através dos anos, principalmente, pelas variações climáticas (GHINI, 2005).

2.3 CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS

O milho é classificado no grupo C4, por apresentar taxa fotossintética elevada, podendo atingir taxas maiores de $80 \text{ mg.dm}^{-2}\text{h}^{-1}$, refletindo em elevados rendimentos. O período de maior influência a variação de luz é no início da fase reprodutiva mais precisamente nos primeiros 15 dias após o pendoamento, sendo que seu aproveitamento efetivo depende de alguns fatores como a estrutura da planta e a

distribuição espacial das folhas (FANCELLI, 2015; STRIEDER et al., 2008), mas alterações climáticas que alterem o regime hídrico deixa a cultura do milho vulnerável e sua produtividade pode ser afetada negativamente (SOUZA; BARBOSA, 2015; TAO et al., 2004, 2008, 2011).

As pesquisas demonstram que variabilidade genética existente no milho tem favorecido o desenvolvimento de genótipos adaptados às mais diversificadas condições ambientais, como radiação, nutrientes, escassez de água e temperatura (DURÃES et al., 2004).

Em algumas regiões, como no Sul do país, o fator temperatura representa a condição mais limitante, principalmente no período de germinação, as temperaturas ideais do solo para a cultura de milho estariam entre 25 e 30 °C, sendo que temperaturas do solo inferiores a 10 °C ou superiores a 40 °C ocasionam prejuízo sensível à germinação (CARON et al., 2017).

Outro fator determinante para o cultivo do milho é a necessidade hídrica da cultura, que chega a 250 a 600 mm sem a necessidade de irrigação (MACHADO, 2016; Silva et al., 2021). As duas fases mais sensíveis para o déficit hídrico, o florescimento e o enchimento de grãos (HERNÁNDEZ et al., 2015). Considerando apenas o fator hídrico na cultura do milho, Adebayo et al. (2014), observaram redução de 66% no rendimento do milho e Santos et al. (2020) retaram perdas de produtividade entre 35 e 50%.

O fato é que as principais regiões produtoras de milho têm passados por sucessivos períodos de secas, que por um lado tem influencia direta na produção dos grãos e por outro na incidência de doenças, principalmente as doenças fúngicas que dependem de temperatura e umidade específica para seu desenvolvimento.

2.4 MANEJO QUÍMICO DAS DOENÇAS

A adoção do uso de fungicidas vem sendo uma alternativa para combater as doenças e seus danos diretos e indiretos, como a integridade do colmo (REZENDE, 2014).

A aplicação de fungicida pode melhorar a qualidade do colmo por meio da proteção de doenças foliares (ALVIM et al., 2011; WISE; MUELLER, 2011; BRITO et

al., 2013; HENRIQUES et al., 2014). As plantas que apresentam danos no aparelho fotossintético acabam realocando carboidratos do colmo aos grãos para minimizar o déficit energético foliar o qual acaba afetando na sua integridade, tornando o colmo mais suscetível a quebra, prejudicando a colheita mecânica e reduzindo o rendimento da colheita (SANGOI et al., 2001; ALVIM et al., 2011).

Para ter um maior sucesso na aplicação dos fungicidas, deve-se conhecer a natureza do produto e a melhor forma de aplicação, garantindo que o produto alcance o alvo da forma mais eficiente possível, a fim de minimizar as perdas e a contaminação do ambiente (CUNHA, 2008).

Uma ótima opção são os fungicidas sistêmicos, pois estes são capazes de penetrar na planta e serem tóxicos aos fungos. São altamente seletivos. Portanto, o conjunto químico sistêmico deve ser prontamente assimilado pela planta, ser translocado aos locais de infecções, sem afetar os tecidos do hospedeiro e ainda matar o patógeno no interior dos tecidos.

Os grupos químicos que são mais utilizados na cultura do milho são os triazóis e estrobilurinas (SILVA, 2017). A primeira vez que o carbono $C_2N_3H_3$ foi chamado de triazol foi no ano de 1885 por Bladin. Os triazóis são anéis de cinco membros, que na sua estrutura apresentam cadeia de três átomos de nitrogênio (POTTS, 1961; MELO et al., 2006).

Os triazóis sempre despertaram muito interesse por sua aplicação na indústria de agroquímicos e outros, pois pertencem ao grupo dos inibidores de biossíntese de esteróis, o qual constitui o maior e o mais importante grupo de compostos já desenvolvidos para o controle de doenças fúngicas de planta (MELO et al., 2006; FIANDANESE et al., 2009; AGALAVE; MAUJAN; PORE, 2011; ZHOU; WANG, 2012). Na sua ação como fungicida de ação sistêmica, atua na biossíntese de ergosterol, que é um importante lipídeo fúngico para a formação da membrana das células. Os triazóis podem agir contra a germinação de esporos, a formação do tubo germinativo e do apressório, e mesmo que haja a penetração do patógeno nos tecidos tratados, o produto atuará inibindo o haustório e/ou crescimento micelial no interior dos tecidos (DUARTE; JULIATTI; FREITAS, 2009). Esse grupo dos triazóis é denominado de

inibidores da desmetilação (IDM), agindo sobre o patógeno na inibição da reação de desmetilação do C⁻¹⁴ (CAMARA et al., 2019).

Os triazóis apresentam uma característica de maior mobilidade, pois apresentam maior sistemicidade, fazendo com que ocupe mais rapidamente os sítios infectados ou passíveis de infecção (CAMARA et al., 2019).

Outro grupo químico usado para o controle de doenças no milho são as estrobilurinas que atuam através da inibição da respiração mitocondrial, bloqueando a transferência de elétrons entre o citocromo b e citocromo c₁ (complexo III), interferindo na formação de ATP. Além da atividade de contato, eles possuem propriedades translaminar, sistêmica e como resultado de difusão da fase de vapor, até quase sistêmicas (BALDWIN et al., 2002). Essa molécula foi descoberta em 1983, na Universidade de Kaiserlautern, pelo professor Timm Anke, que observou que um fungo (*Strobilus tenacellus*) que habitava cones de Pinus produzia uma substância que inibia o crescimento de outros fungos. Essa substância foi isolada, sua estrutura foi identificada e denominada de estrobilurina – A (BALARDIN, 2022).

As estrobilurinas favorecem no caráter “stay-green” (efeito verde), responsável pela permanência da estrutura verde da planta por um período mais prolongado de tempo, até o enchimento de grãos, o que além de possibilitar maior fotossíntese, poderá auxiliar a planta de forma direta, no desenvolvimento de uma maior tolerância a presença de doenças, principalmente causadas por patógenos necrotróficos (SILVA, 1999; DUARTE; JULIATTI; FREITAS, 2009; COSTA et al., 2016). Com isso, as estrobilurinas apresentam uma ação sistêmica mais lenta, propriedade que confere maior residual e, portanto, maior eficiência em aplicações preventivas (HEWITT, 1998). Independente do híbrido e da época de aplicação, o controle das doenças foliares pelo fungicida, promoveu um aumento de 5% e 11%, respectivamente, no diâmetro de colmo e na massa de mil grãos (ROSA et al., 2017).

Os fungicidas que pertencem ao grupo químico carboxamidas foram mais recentemente lançadas no mercado brasileiro (SILVA et al., 2018). Esse grupo químico inibe a enzima succinato desidrogenase (SDH) ligando-se aos receptores ubiquinona, que afetam a respiração dos fungos (HUANG; MILLAR, 2013; SIEROTZKI; SCALLIET, 2013).

Em âmbito celular estudos do mecanismo de ação das carboxamidas ainda indicam seu efeito na biossíntese de proteínas, lipídeos, DNA e RNA, além de ser observada maior transformação de glicose ou acetato em succinato e uma diminuição na transformação de citrato, malato e fumarato (CAMARA et al., 2019).

Esse grupo químico já foi estudado em algumas culturas como por Fleitas, Gerard, Simón (2015) que observaram que a aplicação foliar de fluxaproxade em trigo resultou em maior produtividade e maior teor de proteína em grãos, atribuindo os resultados a um possível efeito fisiológico da carboxamida.

Já na cultura da soja, Kandel et al. (2016), avaliando estratégias de manejo químico, também observaram incrementos de produtividade mediante a pulverização de fluxaproxade, não relacionados ao controle de patógenos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em uma área de cultivo comercial onde é utilizado o sistema de semeadura direta há 25 anos com sucessão de culturas, sendo a soja no verão e o trigo/milho no inverno. A área estava localizada no município de Toledo, oeste do Paraná, nas coordenadas: 24° 43' 12" S e 53° 44' 36" W e altitude de 550 m.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 2, com cinco repetições. O primeiro fator referente aos estádios fenológicos de aplicação dos fungicidas (V_4 , V_8 , V_4+V_8 e $V_4+V_8+V_{12}$, além de testemunha não tratada) e o segundo fator refere-se aos fungicidas (Trifloxistrobina + Protioconazol e Piraclostrobina + Fluxapiróxade).

Os fungicidas utilizados foram o FOX da empresa BAYER com os ingredientes ativos Trifloxistrobina (150 g L^{-1}) + Protioconazol (175 g L^{-1}) e o ORQUESTRA da empresa BASF que tem em sua composição os ingredientes ativos Fluxapiróxade (167 g L^{-1}) + Piraclostrobina (333 g L^{-1}). Para a aplicação dos fungicidas na parte aérea foi utilizado pulverizador costal pressurizado a CO_2 com capacidade de 2 L, constituído por uma ponta de pulverização hidráulica com vazão de 150 L ha^{-1} . As aplicações foram realizadas nos estádios fenológicos V_4 , V_8 , V_4+V_8 e $V_4+V_8+V_{12}$, nas datas de 02/04/2021, 20/04/2021 e 10/05/2021, respectivamente. A aplicação foi realizada nos primeiros horários do dia com a umidade relativa acima de 60%.

O solo tem textura argilosa, originado do basalto, denominado de Latossolo Vermelho (SANTOS et al., 2018). As características granulométricas do solo da área são: 630 g kg^{-1} de argila, 190 g kg^{-1} de areia e 180 g kg^{-1} de silte. A análise química na camada de 0 a 20 cm apresentou: $\text{pH} = 5,0$; $\text{P} = 20,7 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{C} = 20,5 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{K} = 0,97 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 7,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 1,92 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{SB} = 10,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 16,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{H} + \text{Al} = 5,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $\text{V} = 64,2\%$.

Durante a condução do experimento foi registrada a precipitação pluvial com apenas 277,2 mm acumulados e as temperaturas mínima, média e máxima conforme Figura 1.

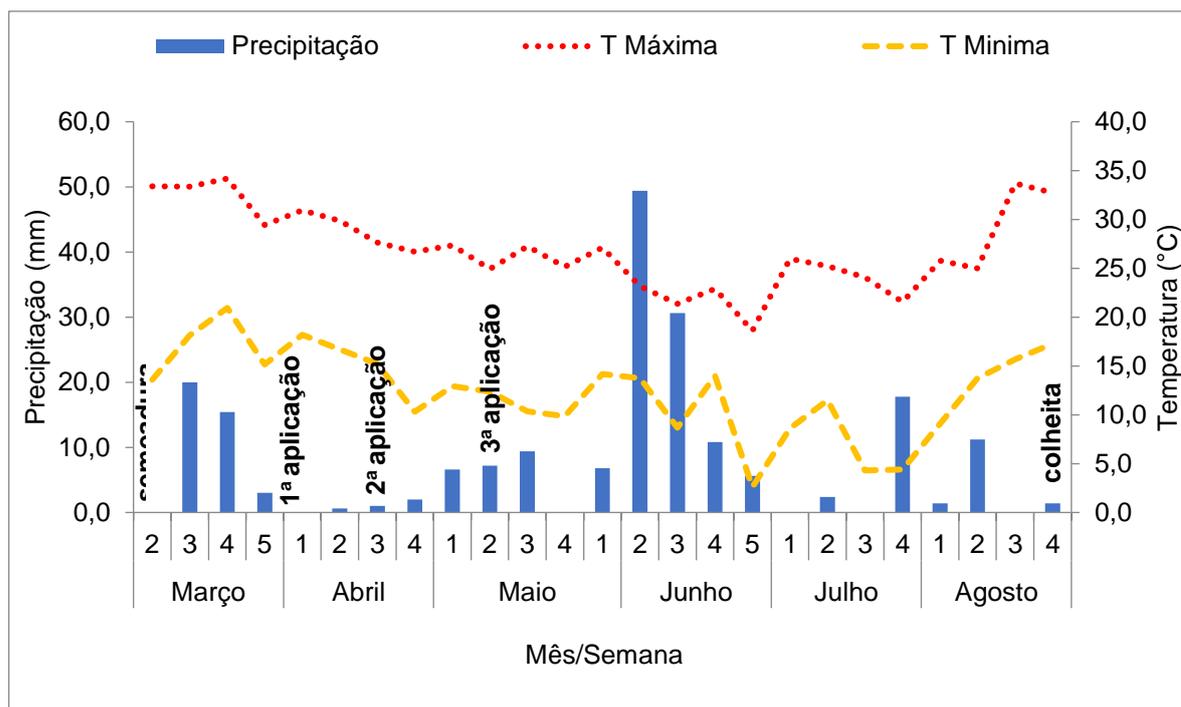


Figura 1 - Precipitação acumulada semanal (mm) e temperaturas máximas e mínimas (°C) durante o período de condução do experimento. Toledo, PR, 2021. Os dados foram obtidos pela estação meteorológica (SIMEPAR).

Foi utilizado o híbrido simples B2620PWU, ciclo superprecoce, alto potencial produtivo, boa tolerância ao complexo de enfezamento, moderadamente tolerante a *Puccinia polysora*, *Exserohilum turcicum*, *Cercospora zea-maydis* e complexo *Phaeosphaeria maydis* – *Pantoea ananatis*. Este híbrido é recomendado para a região conforme o zoneamento agroclimático do Paraná (ADAPAR, 2021).

A semeadura do milho ocorreu após a colheita da soja, cultivada durante o verão. A semeadura foi realizada no dia 10 de março de 2021, com o auxílio de uma semeadora John Deere modelo 1111 acoplada ao trator. A profundidade de semeadura foi de aproximadamente 5 cm. Foram semeadas 2,7 sementes por metro, porém chegaram à fase de maturação 2,5 plantas por metro, resultando em uma população de 56 mil plantas ha⁻¹. As sementes utilizadas na semeadura já estavam tratadas com Clorantraniliprole (48 mL por 60.000 sementes) e Clotianidina (80 mL por 60.000 sementes).

Na adubação de base foi utilizada 290 kg do formulado 10-15-15 (N-P-K) (Fertipar®), sendo depositado no sulco de semeadura a 10 cm de profundidade. Não foi realizada nenhuma adubação de cobertura.

Cada parcela foi composta por oito linhas com 6 metros de comprimento, espaçadas por 0,45 m, com área total de 21,6 m². Foram consideradas como área útil as seis linhas centrais com 4 metros de comprimento, totalizando uma área de 10,8 m².

Os tratamentos culturais foram os mesmos em todos os tratamentos. O manejo das plantas daninhas na cultura do milho foi realizado no estágio V₄ da cultura, com a aplicação de Mesotriona (0,3 L ha⁻¹) + Atrazine (5 L ha⁻¹) com o auxílio de um pulverizador tratorizado. Para o controle de percevejo e cigarrinha foram realizadas duas aplicações de inseticidas Acefato (1 kg ha⁻¹) no estágio V₃ (com três folhas desenvolvidas em cada planta) e outra aplicação de Imidacloprido + Beta-ciflutrina (1 L ha⁻¹) no estágio V₅ (com cinco folhas desenvolvidas em cada planta), ambas com o pulverizador de arrasto.

No estágio R₂ foi realizada a avaliação das seguintes características: diâmetro de colmo, altura da inserção de espiga e altura de planta. A altura de planta foi realizada no início do colmo até toda a extensão do pendão da planta. Já a altura de inserção de espiga realizado do início do colmo até a base da espiga. O diâmetro de colmo foi realizado entre a 3^a e 4^a folha. Todas essas avaliações foram feitas em 6 plantas se encontravam dentro da área útil de cada parcela.

A colheita foi realizada de forma manual no dia 24/08/2021. No dia da colheita foi realizada a contagem de plantas por metro e a coleta de espigas de toda parcela. Foi utilizada a metodologia desenvolvida por Reis et al. (1998) para quantificar a incidência de podridão de colmo nas plantas centrais da parcela. Considerou-se planta sintomática aquela que apresentava descoloração do primeiro entrenó logo acima da superfície do solo e menor resistência à pressão dos dedos polegar e indicador. Após isso foi realizada a contagem de número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira.

Para debulhar as espigas foi utilizada uma trilhadora estacionária. Finalizado a debulha, foi determinado o peso da massa de mil grãos (g), segundo Regra de

Análise de Sementes (2009). A produtividade em kg ha^{-1} , foi obtida a partir dos valores das massas de grãos das parcelas e correção da umidade para 13%.

Os dados obtidos foram analisados no software estatístico ASSISTAT. Para comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados, houve diferença estatística para altura de planta e incidência de podridão da base do colmo (Tabela1). Ressalta-se que a altura de inserção de espiga é uma característica genética do híbrido, contudo influências edafoclimáticas podem interferir nesta variável.

A maior altura de planta foi observada com aplicação do tratamento estádio V₄. Nesse estádio, a altura de planta constatada superou a testemunha e o estádio V₄ + V₈, as diferenças de foram de 4,8 e 4,0%, respectivamente. Juliatti et al. (2004) relataram que o uso de fungicidas favorecem diretamente na manutenção do aparato fotossintético diretamente, devido sua proteção, em virtude disto ocorre maior crescimento da planta. Contudo, isso só pode ser considerado quando se tem boas condições de precipitação e temperatura.

Tabela 1 - Valores médios de altura de inserção de espiga (cm), altura de planta (cm), diâmetro de colmo (mm), número de fileiras por espiga (und), número de grãos por fileira (und), massa de mil grãos (g), incidência de podridão da base do colmo (%) produtividade de grãos (Kg ha⁻¹) em função dos estádios de aplicação na cultura do milho. Toledo, PR, 2021.

Estádios fenológicos de aplicação	Variáveis							
	Altura de inserção de espiga (cm)	Altura de planta (cm)	Diâmetro de colmo (mm)	Fileira de espigas (und)	Grãos por fileira (und)	Massa de mil grãos (g)	Podridão da base do colmo (%)	Produtividade (Kg ha ⁻¹)
Testemunha	116,0	217,3b	23,3	16,0	28,7	196,7	69,0a	1872,0
V ₄	118,1	227,7a	23,4	16,2	28,8	191,8	60,0ab	1866,4
V ₈	117,7	221,2ab	23,3	15,6	28,8	189,6	59,0ab	1751,2
V ₄ + V ₈	116,1	219,0b	22,8	15,4	29,0	192,1	43,0ab	1781,2
V ₄ + V ₈ + V ₁₂	116,6	219,9ab	23,0	15,8	28,2	196,9	33,0b	1749,4
CV	7,23	2,95	6,64	6,47	7,43	9,12	4,20	11,60

Letras distintas na coluna indicam que as médias diferiram entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). CV = Coeficiente de variação da média

Não foi notada diferença estatística para o diâmetro de colmo, porém esta é uma variável que é muito influenciada pela condição hídrica do local de cultivo. Segundo Weismann (2008), a consequência de um estresse hídrico pode inibir o crescimento e o desenvolvimento das células, afetando o comprimento dos internódios do caule e diminuindo assim a sua capacidade de armazenagem de

açúcares no colmo, ficando mais finos. Esses efeitos negativos foram observados nesta pesquisa.

Em condições ideais de precipitação e temperatura para o cultivo do Rosa et al. (2017) avaliaram a aplicação de fungicida e notaram que independente da cultivar e estágio de aplicação, o uso de fungicidas promoveu um aumento de 5% e 11%, respectivamente, no diâmetro de colmo e na massa de mil grãos.

O número de fileiras por espiga é outra variável que tem característica genética do híbrido e provavelmente, devido a este fator não sofreu alteração. Também não foi averiguada diferença nas variáveis agrônômicas, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e massa de mil grãos.

Vilela et al. (2012) aplicaram fungicidas (entre eles a piraclostrobina + epoxiconazol) no estágio de pré-pendoamento do milho e, também não obtiveram diferenças para as variáveis agrônômicas. Do mesmo modo, Bonaldo, Paula e Carré, (2010), avaliando a aplicação do fungicida azoxystrobin + cyproconazole, não verificaram diferenças significativas para a massa de grãos e conseqüente para produtividade. Andrade, Otegui e Vega (2000), Borrás e Otegui (2001) afirmam que as variáveis agrônômicas são mais afetadas pelas condições climáticas e menos afetado pelas variações nas práticas de manejo.

Diferentemente dos resultados citados acima, Henriques et al. (2014), afirmaram que o uso de fungicidas refletiu positivamente nas variáveis agrônômicas, inclusive no número de fileira por espiga e produtividade da cultura do milho. Boller, Forcelini e Hoffmann, (2007) reiteram que existem fungicidas favorecem o staygreen, o qual é responsável pela permanência e eficiência da atividade fotossintética, refletindo diretamente no desempenho agrônômico da cultura.

A área em que foi implantado o experimento é uma área agrícola que vem sendo trabalhada a sucessão das culturas da soja e milho safrinha à aproximadamente 25 anos. Segundo Denti e Reis (2001), existem vários fatores que influenciam na incidência e nos danos da podridão da base do colmo, e a presença de restos culturais e as condições climáticas são alguns exemplos.

Nesta pesquisa o efeito significativo para incidência de podridão da base do colmo, ficou mais evidente nas aplicações realizadas nos estádios V₄+V₈+V₁₂

comparado à testemunha. Nesta condição houve diminuição de 47,8% na incidência de podridão da base do colmo. Portanto, a aplicação de fungicida é eficaz para redução dos patógenos da podridão da base do colmo, e deve ser adotada mesmo que as condições não pareçam ideais.

A produtividade de grãos não foi alterada estatisticamente neste experimento. Esta variável tem relação direta com o número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e massa de mil grãos, que também não foram alterados. Costa et al. (2012) destacam que ganhos com a aplicação de fungicida na cultura do milho ocorrem quando os fungicidas são aplicados no período ideal, especialmente em híbridos simples sob condições de alta pressão de doenças.

Faz-se necessário expor que durante o período de condução do experimento a temperatura mínima ficou na média de 12,5°C e a precipitação total acumulada alcançou apenas 202,6 mm (Figura 1). A necessidade hídrica da cultura do milho chega a 600 mm (MACHADO, 2016; SILVA et al., 2021). Nesta pesquisa, quando a cultura estava definindo seu potencial produtivo, entre os meses de abril e maio de 2021, a situação foi tão crítica que choveu apenas 26,8 mm, afetando desenvolvimento da cultura do milho. Além disso, durante o estágio R₂, houve a ocorrência de geada. Embora estas condições de clima não tivessem sido favoráveis para a infecção dos principais patógenos de podridão da base de colmo, foram determinantes para redução da produtividade.

A redução da produtividade foi tão severa que a média encontrada foi de 1.800 kg ha⁻¹ e segundo o Deral (2021), a média de produtividade do milho safrinha para o estado do Paraná apresentava estimativa de 5.436 kg ha⁻¹, uma quebra de 66,9%. Situação que corrobora com Ceccon et al. (2014) ao relatarem que os danos causados pelo estresse hídrico podem interromper o desenvolvimento das plantas de milho principalmente se estiver associado as baixas temperaturas (HERNÁNDEZ et al., 2015), as plantas acabam reduzindo o fluxo de assimilados, causando diminuição das principais variáveis agronômicas e conseqüentemente a produtividade da cultura.

Outro fator importante no experimento foi a semeadura tardia do milho, em detrimento do atraso da colheita da soja e da prorrogação da janela de semeadura para a safrinha 2021 na região até o dia 10 de março de 2021, liberada pela Adapar.

Segundo Gadioli et al. (2000) o atraso na semeadura do milho safrinha é muito importante, pois, a massa média por unidade de grão decresce, à medida que se retarda a época de semeadura.

Na Tabela 2 estão apresentadas todas as variáveis avaliadas no experimento. A diferença estatística entre o uso dos fungicidas só foi verificada na altura de planta e produtividade. No entanto, Ecco et al. (2014), não observaram nenhum efeito significativo do uso de piraclostrobina + epoxiconazol nas variáveis agrônômicas.

Segundo Rizzardi e Pires (1996), a altura de inserção de espiga é um fator importante, pois, quanto maior é a relação entre altura de inserção de espiga e altura da planta, mais deslocado estará o centro de gravidade da planta e maior é a possibilidade de influenciar diretamente no percentual de plantas acamadas e quebradas, uma vez que o milho aloca cerca de 50% da fitomassa total nos grãos ao final do ciclo.

Tabela 2 - Altura de inserção de espiga (cm), altura de planta (cm), diâmetro de colmo (mm), número de fileiras por espiga (und), número de grãos por fileira (und), massa de mil grãos (g), incidência de podridão da base do colmo (%) e produtividade de grãos (Kg ha⁻¹) em função de diferentes fungicidas aplicados na cultura do milho. Toledo, PR, 2021.

Fungicidas	Variáveis							Produtividade (Kg ha ⁻¹)
	Altura de inserção de espiga (cm)	Altura de planta (cm)	Diâmetro de colmo (mm)	Fileira de espigas (und)	Grãos por fileira (und)	Massa de mil grãos (g)	Podridão da base do colmo (%)	
trifloxistrobina + prothioconazol	116,5	218,6b	22,8	15,7	28,2	193,0	54,0	1742,6b
piraclostrobina + fluxapiraxade	117,3	223,4a	23,5	15,8	29,1	191,8	60,0	1865,5a
CV	7,23	2,95	6,64	6,47	7,43	9,12	4,20	11,60

Letras distintas na coluna indicam que as médias diferiram entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). CV = Coeficiente de variação da média

A altura de planta foi maior no tratamento com piraclostrobina + fluxapiraxade. Já nos trabalhos realizados por Marafon e Simonetti (2012), Vilela et al. (2012) e Silva (2017), não foram verificados essa diferença. No caso de Schumacher et al. (2017), além de não observarem diferença altura de planta com aplicação de piraclostrobina,

também não foi notado alteração no diâmetro de colmo, corroborando com o resultado deste estudo. Porém, Oliboni (2020) relatou que a aplicação de fungicida a base de piraclostrobina + fluxapirroxade teve uma resposta positiva para o diâmetro de colmo em relação à testemunha, com uma superioridade de 10,7%, sobre a testemunha.

Os fungicidas não influenciaram no número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira. Resultados semelhantes também foram descritos por Henrique et al. (2014), ao realizar um ensaio de milho para a avaliação da aplicação dos fungicidas piraclostrobina + epoxiconazol, trifloxistrobina + protioconazol e carbendazim + tebuconazol + cresoxim-metílico em quatro estádios fenológicos, no município de Campo Mourão – PR. De acordo com Oliboni (2020), essas variáveis podem sofrer interferências diretas de outros fatores, como o momento de aplicação adubação, espaçamento entre plantas, pluviosidade na floração e genética do híbrido.

No presente trabalho, a massa de mil grãos não apresentou diferença significativa entre os diferentes fungicidas utilizados. Para Balbinot Jr. et al. (2005), esta variável é um dos principais componentes associados à produção final de grãos de milho.

Sobre a incidência de podridão da base de colmo, não houve diferença estatística. Silva et al. (2018) também não encontraram diferença significativa entre os tratamentos. Estes autores ainda estudaram a possível influência da carboxamidas no aumento de lignina na planta, no entanto, não houve diferença entre tratamentos. No entanto, os autores notaram colmos com maior resistência a patógenos e, maior concentração de fotoassimilados que podiam ser utilizados para o enchimento de grãos.

A produtividade do milho apresentou diferença para a aplicação de fungicidas (Tabela 2). Com o uso de piraclostrobina + fluxapirroxade a produção foi 7% maior do que onde foi utilizado trifloxistrobina + protioconazol.

A aplicação de piraclostrobina associado outro fungicida na cultura do milho tem demonstrado ganhos de produtividade próximos de uma tonelada, fato que pode ocorrer devido a este fungicida em associação com outros, controlarem as doenças da cultura de modo eficiente (LAGO; NUNES, 2008). Já Brito et al (2013) verificaram que a aplicação de fungicida além de ser eficiente no controle de doenças proporciona

produtividades de grãos, em média, 12% superiores àquelas em que não se utilizou fungicida.

A piraclostrobina + epoxinazol também foi eficiente para controlar doenças e conseqüentemente melhorar a produtividades de grãos, destacando que a aplicação no estágio de pré-pendoamento resulta em maior rendimento e, consegue ser melhor do que no estágio V₈ (RIGOTTI; LAJÚS; CERICATO, 2018). No entanto, na pesquisa de Ecco et al. (2014), a aplicação de piraclostrobina não interferiu em nenhuma das variáveis agronômicas.

O fato é que a eficiência da aplicação desses fungicidas pode ser observada também em outras culturas. Na cultura do feijoeiro Kozlowski et al. (2009) relataram um efeito positivo na aplicação de piraclostrobina sobre o rendimento de grãos, aumentando o número de vagens por planta e na taxa de crescimento absoluto. Já na cultura da soja, Fagan et al. (2010) relataram um aumento da massa de mil grãos e da produtividade nos tratamentos com a aplicação de piraclostrobina, em relação à testemunha.

Enfim, fungos como *Colletotrichum graminicola*, *Fusarium graminearum*, *Gibberella zea*, *Fusarium verticillioides*, *F. moniliforme*, *Stenocarpella maydis*, *Diplodia maydis*, *S. macrospora*, *D. macrospora*, são os principais envolvidos nas podridões do colmo. Porém, as aplicações preventivas com fungicidas sistêmicos como as estrobilurinas na cultura do milho, podem reduzir a incidência das doenças em 65% e conseqüentemente melhorar o desempenho de variáveis agronômicas importantes como massa de mil grãos e produtividade (Bampi et al., 2012).

Boller, Forcelini e Hoffmann, (2007) destacam que as estrobilurinas favorecem o caráter “stay green” o qual é responsável pela permanência e eficiência da atividade fotossintética da folha que reflete diretamente no desempenho agrônômico da cultura. Mas, para Silva (1999) mesmo as estrobilurinas possuindo efeito no stay green, porém, deve-se ressaltar que estas características podem ser muito influenciadas pelos fatores abióticos, como época de cultivo, ataque de doenças, intervalo de aplicação dos produtos, entre outros. Esse pode ser a causa dos fungicidas não conseguirem expressar todo seu potencial.

5 CONCLUSÕES

Os fungicidas foram mais eficazes para controlar a podridão da base do colmo do milho, quando aplicado nos estádios vegetativos $V_4 + V_8 + V_{12}$.

As variáveis agronômicas, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e massa de mil grãos não foram influenciadas pela aplicação dos fungicidas.

A aplicação dos fungicidas piraclostrobina + fluxaproxade proporcionou maior produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAPAR - AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ. **Portaria n. 467, de 08 de outubro de 2021**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/portarias/safra-vigente/parana/word/PORTN467MILHO2SAFRAPR.ret.pdf>>. Acesso em: 29 dez. 2021.
- ADEBAYO, M. A. et al. Genetic analysis of drought tolerance in adaptedx exotic crosses of maize inbred lines under managed stress conditions. **Euphytica**, v. 196, n. 2, p. 261-270, 2014.
- AGALAVE, S. A.; MAUJAN, S. R.; PORE, V. S. Click Chemistry: 1,2,3-Triazoles as Pharmacophores. **Chemistry: An Asian Journal**, v. 6, n. 10, p. 2696-2718, 2011.
- ALVES, Bruna Mendonça et al. Divergência genética de milho transgênico em relação à produtividade de grãos e à qualidade nutricional. **Ciência Rural**, v. 45, p. 884-891, 2015.
- ALVIM, Karen Rodrigues de Toledo et al. Redução da área foliar em plantas de milho na fase reprodutiva. **Revista Ceres**, v. 58, n. 4, p. 413-418, 2011.
- ANDRADE, F. H.; OTEGUI, M. E.; VEGA, C. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize. **Agronomy Journal**, v. 92, n. 1, p. 92-97, 2000.
- BALARDIN R. **Fungicidas sistêmicos: benzimidazóis, triazóis e estrobilurinas**. Disponível em: <[https://elevagro.com/materiais-didaticos/fungicidas-sistemicos-benzimidazois-triazois-e-estrobilurinas/#:~:text=Fungicidas%20estrobilurinas%20\(azoxistrobina%20e%20cres oxim,indisponibilizando%20oxig%C3%AAnio%20para%20a%20c%C3%A9lula](https://elevagro.com/materiais-didaticos/fungicidas-sistemicos-benzimidazois-triazois-e-estrobilurinas/#:~:text=Fungicidas%20estrobilurinas%20(azoxistrobina%20e%20cres oxim,indisponibilizando%20oxig%C3%AAnio%20para%20a%20c%C3%A9lula)>. Acesso em: 29 dez. 2021.
- BALBINOT JR, Alvadi et al. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 11, n. 2, p. 161-166, 2005.
- BALDWIN, B. C. et al. The discovery and mode of action of ICIA 5504. In: LYR, H.; RUSSEL, P. E; SISLER, H. D. **Modern Fungicides and Antifungal compounds**. Intercert: Andover, p. 69-77, 2002.
- BAMPI, Daiana et al. Desempenho de fungicidas no controle da mancha-de-macrospora na cultura do milho. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 4, p. 319-322, 2012.
- BARBANO, Marcelo Trevizan et al. Temperatura-base e acúmulo térmico no subperíodo semeadura-florescimento masculino em cultivares de milho no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 2, p. 261-268, 2001.

BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; HOFFMANN, L. L. Tecnologia de aplicação de fungicidas - parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 15, p. 243-276, 2007.

BONALDO, S. M.; PAULA, D. L.; CARRÉ, M. Avaliação da aplicação de fungicida em milho “safrinha” no município de Boa Esperança-PR. **Revista Campo Digital**, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2010.

BORRÁS, L.; OTEGUI, M. E. Maize kernel weight response to post flowering source sink ratio. **Crop Science**, v. 41, n. 6, p. 1816-1822, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRAZ, Vinícius Aparecido. Principais doenças fúngicas que acometem o milho. **Acervo da Iniciação Científica**, n. 1, 2013.

BRITO, André Humberto et al. Controle químico da cercosporiose, mancha-branca e dos grãos-ardidos em milho. **Revista Ceres**, v. 60, n. 5, p. 629-635, 2013.

BRITO, André Humberto de et al. Reação de híbridos de milho e comparação de métodos para avaliação da Cercosporiose e Mancha Branca. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, p. 35-41, 2011.

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A cultura do milho**. Universidade de Évora. Évora, 2014. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebenta-milho.pdf>. Acesso em: 16 out. 2021.

CAMERA, Juliane Nicolodi et al. Aplicação preventiva e curativa de fungicidas para controle da helmintosporiose em milho. **HOLOS**, v. 2, p. 1-10, 2019.

CARON, Braulio Otomar et al. Elementos meteorológicos sobre características morfológicas e produtivas do milho em diferentes épocas de semeadura. **Científica, Jaboticabal-SP**, v. 45, n. 2, p. 105-114, 2017.

CASA, Ricardo Trezzi et al. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas. **Summa Phytopathologica**, v. 33, p. 353-357, 2007.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; ZAMBOLIM, L. Dispersão vertical e horizontal de conídios de *Stenocarpella macrospora* e *Stenocarpella maydis*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 141-147, 2004.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; ZAMBOLIM, L. Doenças do milho causadas por fungos do gênero *Stenocarpella*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 427-439, 2006.

CECCON, Gessi et al. Produtividade de milho safrinha em espaçamento reduzido com populações de milho e de *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 3, p. 326-335, 2014.

CHRISTENSEN, J. J.; WILCOXSON, R. D. **Stalk rot of corn**. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 1966.

COMEX STAT. **Exportação Geral de milho em 2021**. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>>. Acesso em: 05 jun. 2021.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Produção de grãos pode chegar a 291,1 milhões de toneladas na safra 2021/22**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4422-producao-de-graos-pode-chegar-a-291-1-milhoes-de-toneladas-na-safra-2021-22>>. Acesso em: 05 nov. 2021.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 11 décimo primeiro levantamento, agosto 2022. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 05 ago. 2022.

COSTA, Emiliano F. N. et al. Avaliação do Caráter Stay-Green em Milho em Diferentes Densidades Populacionais. Lavras-MG 2016.

COSTA, Rodrigo Véras da et al. **Podridões fúngicas de colmo na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

COSTA, Rodrigo Véras da et al. Incidência de *Colletotrichum graminicola* em colmos de genótipos de milho. **Summa Phytopathologica**, v. 36, p. 122-128, 2010.

COSTA, Rodrigo Véras da et al. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de estrobilurinas em milho. **Tropical Plant Pathology**, v. 37, p. 246-254, 2012.

CUNHA, Breno Augusto da et al. Influência da época de semeadura na severidade de doenças foliares e na produtividade do milho safrinha. **Summa Phytopathologica**, v. 45, p. 424-427, 2020.

CUNHA, Paulo Arantes Rodrigues. Pesticide drift simulation under different application methods. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 4, p. 487-493, 2008.

DA SILVA, Davi Francisco et al. Características morfológicas, melhoramento genético e densidade de plantio das culturas do sorgo e do milho: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e12310313172, 2021.

DE SOUZA, L. T.; PEREIRA, J. L. A. R.; DE SOUZA, T. T. Avaliação da produtividade de milho e controle de doenças foliares. **Revista Agrogeoambiental**, v. 7, n. 3, 2015.

DENTI, E. A.; REIS, E. M. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência das podridões da base do colmo e no rendimento de grãos do milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, p. 635-639, 2001.

DENTI, E. A.; REIS, E. M. Levantamento de fungos associados às podridões do colmo e quantificação de danos em lavouras de milho do Planalto Médio Gaúcho e dos Campos Gerais do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 6, p 145-149 2003.

DERAL - DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL. **Estimativa de safra em 2021**. Disponível em: <<https://www.agricultura.pr.gov.br/deral/safras>>. Acesso em: 05 jun. 2021.

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

DURÃES, F. O. M. et al. **Fenotipagem associada a tolerância a seca em milho para uso em melhoramento, estudos genômicos e seleção assistida por marcadores**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 17 p. (Circular Técnica, 39).

ECCO, Martios et al. Características agronômicas de híbridos de milho segunda safra submetidos à aplicação de fungicida. **Agrarian**, v. 7, n. 26, p. 504-510, 2014.

FAGAN, Evandro Binotto et al. Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase, e produtividade de grãos de soja. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p. 771-777, 2010.

FANCELLI, A. L. Cultivo racional e sustentável requer maior conhecimento sobre planta do milho. **Visão Agrícola**, v. 13, n. 9, p. 20-23, 2015.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2004.

FARIA, Marcos Ventura et al. Análise dialéctica da produtividade e do progresso da severidade de doenças foliares em híbridos de milho em duas densidades populacionais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 123-133, 2015.

FERNANDES, Artur Leônio Maia et al. Desenvolvimento inicial do milho em função de diferentes teores de esterco bovino. **Revista Verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 7, n. 1, p. 48, 2012.

FIANDANESE, Vito et al. An easy access to unsymmetrically substituted 4, 40-bi 1,2,3-triazoles. **Tetrahedron**, v. 65, n. 51, p. 10573-10580, 2009.

FLEITAS, M. C.; GERARD, G. S.; SIMÓN, M. R. Eficacia de fungicidas sobre la roya de la hoja del trigo y su efecto sobre componentes del rendimiento y porcentaje de proteínas en grano. **Revista FAVE - Ciências Agrárias**, v. 14, n. 2, p. 1-16, 2015.

FONTOURA Darci. et al. Influência da população de plantas na incidência de doenças de colmo em híbridos de milho na safrinha. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 545-551, 2006.

FORZZA, Rafaela Campostrini et al. Síntese da diversidade brasileira. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**, Vol. 1. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

GADIOLI, João Luiz et al. Temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e caracterização fenológica associada à soma calórica. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 3, p. 377-383, 2000.

GALVÃO, João Carlos Cardoso et al. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Revista Ceres**, v. 61, p. 819-828, 2014.

GHINI, R. **Mudanças climáticas e doenças de plantas**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 104p.

GOMES, Luiz Savelli et al. Resistência ao acamamento de plantas e ao quebramento do colmo em milho tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 2, p. 140-145, 2010.

HENRIQUES, Marcos Jardel et al. Controle de helmintosporiose em milho pipoca com aplicação de fungicidas em diferentes épocas. **Revista Campo Digital**, v. 9, n. 2, p. 45-57, 2014.

HERNÁNDEZ, M. et al. Maize water use efficiency and evapotranspiration response to N supply under contrasting soil water availability. **Field Crops Research**, v. 178, n. 1, p. 8-15, 2015.

HEWITT, H. G. **Fungicides in Crop Protection**. Cambridge: CAB Internacional. (1998).

HUANG, S.; MILLAR, A. H. Succinate dehydrogenase: the complex roles of a simple enzyme. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 16, p. 344-349, 2013.

ISHIKAWA, Mayra Suemy et al. Seleção de cultivares de soja para resistência à podridão negra da raiz (*Macrophomina phaseolina*). **Summa phytopathologica**, v. 44, n. 1, p. 38-44, 2018.

JACKSON, T.A.; REES, J.M.; HARVESON, R.M. **Common stalk rot diseases of corn**. Lincoln: University of Nebraska-Lincoln Extension, 2014. 8p.

JULIATTI, Fernando César et al. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 2, p. 34-41, 2007.

JULIATTI, Fernando César et al. Controle da feosféria, ferrugem comum do milho e cercosporiose pelo uso da resistência genética, fungicidas e épocas de aplicação na cultura do milho. **Bioscience Journal**, v. 20, n. 3, p. 45-54, 2004.

KANDEL, Yuba R. et al. Fungicides and cultivar effects on Sudden Death Syndrome and yield of soybean. **Plant Disease**, v. 100, n. 7, p. 1339-1350, 2016.

KOZLOWSKI, Luiz Alberto et al. Efeito fisiológico de estrobilurina F 500® no crescimento e rendimento do feijoeiro. **Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 7, n. 1, p. 41-54, 2009.

LAGO, F. L.; NUNES, J. Avaliação da produtividade de milho em relação à aplicação de fungicidas em diferentes estádios. **Revista Cultivando o Saber**, v. 1, n. 1, p. 17-23, 2008.

LUZ, Marília. Doenças de colmo na cultura do milho. Disponível em: <https://lpht.com.br/storage/2020/11/Doencas-de-Colmo-Informativo_CampoConhecimento_Outubro.pdf>. Acesso em: 2 out. 2020.

MACHADO, J. R. A. O excesso de chuvas e a cultura do milho. 2016. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8900890/artigo---o-excesso-de-chuvas-e-a-cultura-do-milho>>. Acesso em: 2 set. 2020.

SOUZA, G. M.; BARBOSA, A. M. Fatores de estresse no milho são diversos e exigem monitoramento constante. *Visão Agrícola*, v. 13, n. 1, p. 30–34, 2015.

MAPA. **Lei define o acesso de pequenos criadores de animais ao milho comercializado pela Conab**. Brasília: MAPA, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br>>. Acesso em: 01 out. 2021.

MARAFON, C. A.; SIMONETTI, A. P. M. M. Avaliação de parâmetros produtivos e severidade de ferrugem na cultura do milho. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v. 1, n. 1, p. 221-238, 2012.

MELO, Júlio O. F. et al. Heterociclos 1,2,3-triazólicos: histórico, métodos de preparação, aplicações e atividades farmacológicas. *Química Nova*, v. 29, n. 3, p. 569-579, 2006.

OLIBONI, A. J. **Influência do uso de fungicida piraclostrobina + fluxapiroxade na cultura do milho**. 2020. 27 f. Trabalho de conclusão de curso (Pós-graduação em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul Vacaria, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/handle/123456789/1241>>. Acesso em: 21 nov. 2021.

PARREIRA, Douglas Ferreira et al. A antracnose do milho. 2014. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 8, n. 1, p.11-27, 2014.

PEREIRA, O.A. P. **Doenças do Milho (*Zea mays*)**, In KIMATI, H; AMORIM, L.; BERGAMIN F., A.; CAMARGO, J. F. A. C.; REZENDE, J. A. M. - Manual de fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas. 3a Ed. Vol. 2, Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo SP, 1997. p. 538-555.

POTTS, K. T. The Chemistry of 1,2,4-Triazoles. *Chemical Reviews*, v. 61, n. 2, p. 87-127, 1961. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/cr60210a001>>. Acesso em: 05 out. 2021.

POZAR, G.; BUTRUILLE, D.; DINIZ, H. S.; VIGLIONI, J. P. Mapping and validation of quantitative trait loci for resistance to cercospora infection in tropical maize (*Zea mays* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, v.118, n.3, p.553-564, fev. 2009.

REIS, Erlei Melo et al. Método para quantificar os danos no rendimento de grãos causados pelas podridões da base do colmo do milho. *Fitopatologia Brasileira*, v. 23, n. 300, 1998.

REZENDE, W. S. **Implicações da desfolha precoce e da proteção química à mancha branca na cultura do milho**. 2014. 36f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/12206/1/ImplicacoesDesfolhaPrecoc e.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2021.

RIGOTTI, C. J.; LAJÚS, C. R.; CERICATO, A. Rendimento de híbridos de milho submetidos a aplicação de fungicida em diferentes estádios fenológicos. **Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc São Miguel do Oeste**, v. 3, p. e17730-e17730, 2018.

RIZZARDI, M. A.; PIRES, J. L. Resposta de cultivares de milho à distribuição de plantas na linha, com e sem controle de plantas daninhas. **Ciência Rural**, v. 26, n. 1, p. 13-17, 1996.

ROSA, Willian Bosquette et al. Desempenho agrônômico de cinco híbridos de milho submetidos à aplicação de fungicida em diferentes estádios fenológicos. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 25, n. 5, p. 428-435, 2017.

ROSSET, J. S., Rampim, L., Ecco, M., do Carmo Lana, M., Sarto, M. V. M., & Kuhn, O. J. Comportamento de híbridos de milho segunda safra quanto à incidência de podridões na Região Oeste do Paraná. **Scientia Agropecuaria**, v. 4, n. 3, p. 219-228, 2013.

SABATO, E. de O.; LANDAU, E. C.; DE OLIVEIRA, C. M. **Recomendações para o manejo de doenças do milho disseminadas por insetos-vetores**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 205 (INFOTECA-E), 2014.

SANGOI, Luís et al. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 271-276, 2001.

SANTOS, Gil Rodrigues dos et al. Severidade de doenças foliares e produtividade de genótipos de milho em resposta à adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, v. 60, n. 4, p. 505-513, 2013.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5º ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Embrapa Solos, 2018, 356p.

SANTOS, Rafael Lima Vieira et al. Rendimento do híbrido de milho (*Zea mays* L.) AG 1051 sob diferentes populações de plantas em irrigação deficitária por gotejamento no Agreste Alagoano. **Revista Ambientale**, v. 12, n. 12, p. 1-9, 2020.

SANZ-MARTÍN, J. M.; POSTIGO, V. First Report of *Colletotrichum graminicola* Causing Maize Anthracnose Stalk Rot in the Alentejo Region, Portugal. **Plant Disease**, v. 100, n. 3, p. 648, 2016.

SCHUMACHER, Pedro Vitor et al. Resposta de híbridos de milho ao uso de piraclostrobina na ausência de doenças. **Arquivos Do Instituto Biológico**, v. 84, p. 1-8, 2017.

SEAB - SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ, DERAL - DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/system/files/publico/Safras/resumo_pss.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2021.

SEVERINO, F. J.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um

sistema de consórcio. I – Implicações sobre a cultura do milho (*Zea mays*). **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 589-596, 2005.

SHURTLEFF, M. C. **Compendium of Corn Diseases**. Sta. Paul: American Phytopathological Society, 1992.

SIEROTZKI, H.; SCALLIET, G. A. Review of current knowledge of resistance aspects for the next-generation succinate dehydrogenase inhibitor fungicides. **Phytopathology**, v. 103, n. 9, p. 880-887, 2013.

SILVA, M. F. **Influência de fungicidas na integridade de colmo e produtividade na cultura do milho**. 2017. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/19980>>. Acesso em: 14 dez. 2021.

SILVA, Marina Freitas et al. Corn stalk integrity is improved by fungicide combinations containing carboxamide. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, n.5, p. 484-490, 2018.

SILVA, O. C.; SCHIPANSKI, C. A. **Manual de identificação e manejo das doenças do milho**. São Paulo: Fundação ABC, 2007.

SILVA, S. A. Estimativa de herança do caráter “stay-green” em genótipos de milho hexaplóides. 1999. 56 f. Dissertação (Mestrado em Fitomelhoramento) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1999.

SILVA, Samuel et al. Parâmetros produtivos do milho sob déficit hídrico em diferentes fases fenológicas no semiárido brasileiro. **IRRIGA**, v. 1, n. 1, p. 30-41, 2021.

SIMEPAR - SISTEMA DE TECNOLOGIA E MONITORAMENTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Dados pluviométricos e de temperatura em 2021**. Disponível em: <<http://www.simepar.br/>>. Acesso em: 12 dez. 2021.

STRIEDER, Márcio Luiz et al. Características de dossel e rendimento de milho em diferentes espaçamentos e sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 309-317, 2008.

TAO, Fulu et al. Variability in climatology and agricultural production in China in association with the East Asian summer monsoon and El Niño Southern Oscillation. **Climate Research**, v. 28, n. 1, p. 23-30, 2004.

TAO, Fulu et al. Climate crop yield relationships at province scale in China and the impacts of recent climate trend. **Climate Research**, v. 38, n. 1, p. 83-94, 2008.

TAO, F.; ZHANG, Z. Impacts of climate change as a function of global mean temperature: maize productivity and water use in China. **Climatic Change**, v. 105, n. 3/4, p. 409-432, 2011.

VAZ, P. F. T.; SIMONETTI, A. P. M. M.; MONTIEL, C. B. Efeito da desfolha de plantas de milho sobre parâmetros produtivos. **Acta Iguazu**, v. 5, n. 2, 2016.

VILELA Rafael Gonçalves et al. Desempenho agrônômico de híbridos de milho, em função da aplicação foliar de fungicidas. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 25-33, 2012.

WEISMANN, M. Fases de desenvolvimento da cultura do milho. In: **TECNOLOGIA e produção milho safrinha e culturas de inverno 2008**. 4. ed. Maracajú: Fundação MS, 2008.

WISE, K.; MUELLER, D. Are fungicides no longer just for fungi? an analysis of foliar fungicide use in corn. **APSnet Features**, 2011.

WORDELL FILHO, J. A.; CASA, R. T. Doenças na cultura do milho. In: WORDELL FILHO, J. A.; ELIAS, H. T. **A cultura do milho em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri. p.207-272, 2010.

ZAMBOLIM, L.; CASA, R. T.; REIS, E. M. Sistema plantio direto e doenças em plantas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, p. 585-595, 2000.

ZHANG, Yan et al. Cellular tracking and gene profiling of *Fusarium graminearum* during maize stalk rot disease development elucidates its strategies in confronting phosphorus limitation in the host apoplast. **PLoS pathogens**, v. 12, n. 3, p. e1005485, 2016.

ZHOU, C. H.; WANG, Y. Recent researches in triazole compounds as medicinal drugs. **Current Medicinal Chemistry**, v.19, n. 2, p. 239-280, 2012.

ZOPOLLATTO, M. **Produtividade, composição morfológica e valor nutritivo de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para produção de silagem sob os efeitos da maturidade**. 2007. 105 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-02082007-084330/pt-br.php>>. Acesso em: 13 ago. 2021.