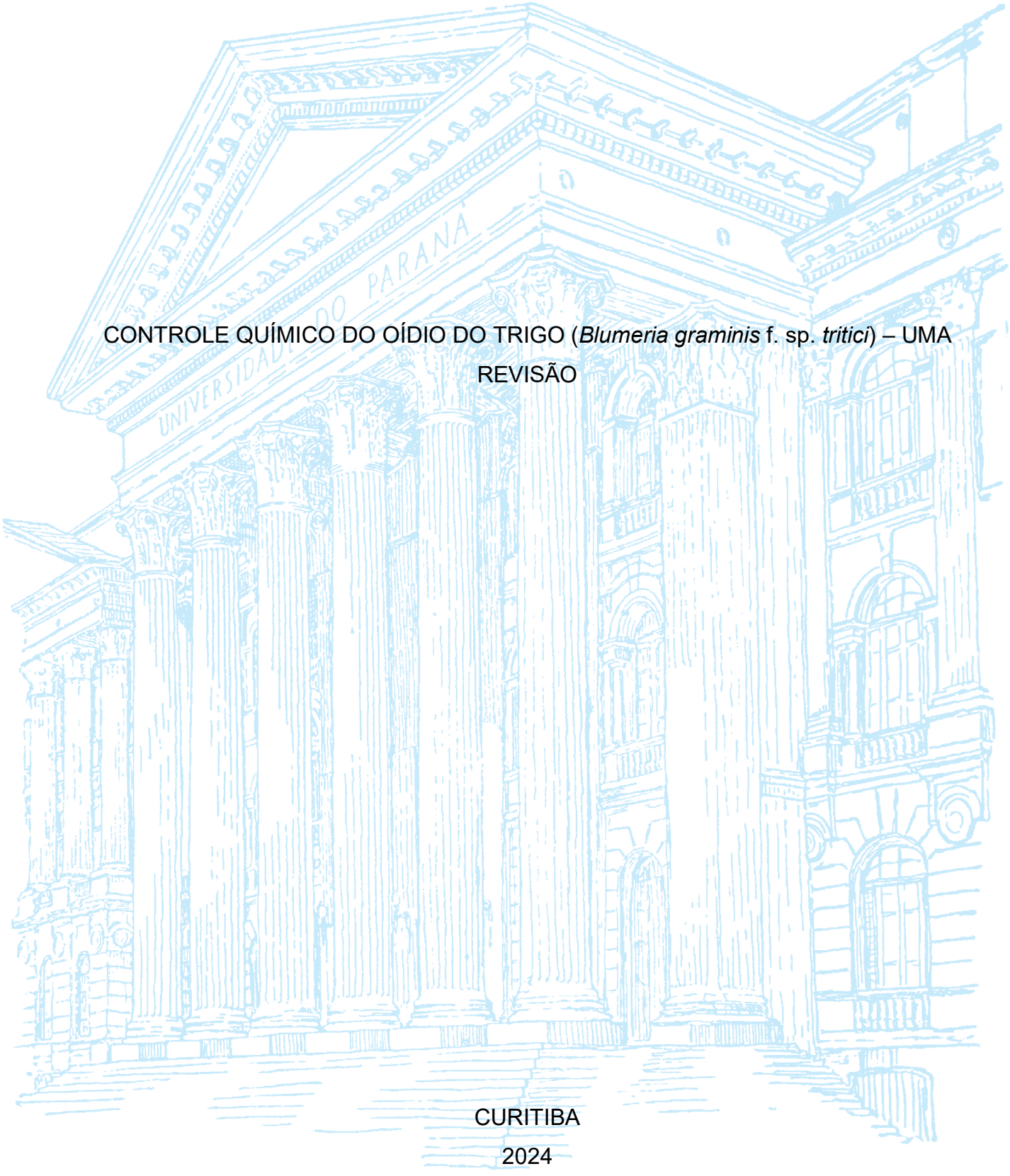
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

WILLIAN LUCRECIO



CONTROLE QUÍMICO DO OÍDIO DO TRIGO (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) – UMA REVISÃO

CURITIBA

2024

WILLIAN LUCRECIO

CONTROLE QUÍMICO DO OÍDIO DO TRIGO (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) – UMA REVISÃO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientador: Prof. Dr. Henrique da Silva Silveira Duarte

CURITIBA

2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por conceder inúmeras proteções em minha trajetória estudantil e profissional como por poder concluir mais esse trabalho e a minha família que sempre está presente em todos os momentos apoiando em minhas decisões e indecisões e dando aquele conselho especial.

Sinceros agradecimentos também aos meus amigos que mesmo a uma certa distância estão desejando sucesso na carreira profissional e aos meus colegas de turma que foram vários(as), as novas amizades surgidas que perduraram por longo tempo, aos quais estão apoiando nos momentos em que precisamos e nos que não precisamos também.

Ainda a todos professores do curso e convidados pelos excelentes conteúdos ministrados nas aulas e ao programa pelo ótimo curso oferecido, além do mais agradecer ao meu professor orientador Henrique da Silva Silveira Duarte pelo seu grande apoio através de seus conhecimentos e orientação do decorrer do desenvolvimento desse trabalho.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar o patossistema (Oídio do trigo (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) focando no controle químico para a doença oídio do trigo. Visando assim através do manejo integrado de doenças elencar ao agricultor melhores alternativas para que se possa obter altas produtividades obtendo uma lavoura sadia. Além de citar alguns mecanismos de ação dos fungicidas para o oídio do trigo, doença essa de grande importância para o Brasil, principalmente na região Sul, e grande parte de países aonde se tem plantio dessa cultura. Dentro do controle químico foi encontrado estudos mostrando que esse controle químico tanto em semente pode atrasar o desenvolvimento da doença quanto em aplicações foliares utilizando principalmente dos grupos químicos triazóis, estrobirulinas, carboxamidas, triazolintione. Onde em um dos estudos mostrou menor severidade o uso de fluquinconazole misturado com procloraz. O oídio se mostra de grande importância frente as doenças fúngicas pois ele pode aparecer nos estádios iniciais de desenvolvimento da lavoura, assim um correto posicionamento dos produtos químicos vai favorecer o melhor controle dessa doença. Em que o inadequado uso desses fungicidas vai ocasionar problemas de resistência e dificuldades futuras de controle. Métodos de controle podem ser usados como por exemplo cultivares resistentes e tratamento de sementes e além de também utilizar o controle químico que vai nos trazer vantagens relacionadas ao custo beneficio no momento da implementação da lavoura e cultivo da mesma.

Palavras-chave: Controle químico 1. Fungicidas 2. Oídio 3. Resistência 4. Trigo 5.

ABSTRACT

The general objective of this work is to present the wheat powdery mildew (Blumeria graminis f. sp. tritici) pathosystem, focusing on chemical control for the wheat powdery mildew disease. The aim is to use integrated disease management to provide farmers with better alternatives for achieving high yields and healthy crops. In addition to mentioning some mechanisms of action of fungicides for wheat powdery mildew, a disease of great importance to Brazil, especially in the South, and most countries where this crop is planted. Within chemical control, studies have been found showing that this chemical control can delay the development of the disease both in seed and in foliar applications, using mainly the chemical groups triazoles, strobirulins, carboxamides and triazolintione. In one of the studies, the use of fluquinconazole mixed with prochloraz showed lower severity. Powdery mildew is of great importance when it comes to fungal diseases because it can appear in the early stages of crop development, so the correct use of chemical products will favor better control of this disease. Inadequate use of these fungicides will lead to resistance problems and future control difficulties. Control methods can be used, such as resistant cultivars and seed treatment, as well as chemical control, which will give us cost-benefit advantages when implementing and growing the crop.

Keywords: Chemical control 1. Fungicide 2. Powdery mildew 3. Resistance 4. Wheat 5.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – PRODUTOS PARA CONTROLE DO OÍDIO DO TRIGO.....21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 8
1.1 JUSTIFICATIVA 9
1.2 OBJETIVOS 10
1.2.1 Objetivo geral 10
1.2.2 Objetivo específicos 10
2 REVISÃO DE LITERATURA 11
2.1 CULTURA DO TRIGO 11
2.2 DOENÇAS DO TRIGO 14
2.3 OÍDIO DO TRIGO 15
2.4 CONTROLE DO OÍDIO 17
2.5 CONTROLE QUÍMICO DO OÍDIO 18
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS 22
3.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 22
REFERÊNCIAS 23

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é originário das regiões montanhosas do Sudoeste da Ásia, e foi cultivado já na pré-história na Europa. Grãos de trigo carbonizados, que datam de mais de 6 mil anos, foram então encontrados por arqueologistas em países considerados como centro de origem e domesticação dessa espécie (EMBRAPA, 2024)

Fatores bióticos e abióticos interferem na produtividade de grãos de trigo (*Triticum aestivum* L.), limitando o seu cultivo em diversas regiões do mundo. Dentre os fatores bióticos, as doenças são determinantes na redução da produtividade, aumentando consideravelmente o custo de produção por causa do maior uso de insumos. As principais doenças foliares são o oídio [*Blumeria graminis* f.sp. *tritici* (DC.) Speer], a ferrugem da folha (*Puccinia triticina* Erikss.), a mancha amarela [*Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoemaker], a septoriose [*Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt.] e mancha marrom [*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker] (MORALES *et* al, 2012 citado por Casa *et al*., 2002; Bancal *et al*., 2007; Serrago *et al*., 2009). Já em se falando de vírus temos duas virores principais que atacam no Brasil, o nanismo-amarelo (*Barley yellow dwarf vírus* – BYDV-PAV) e o mosaico-comum (*Wheat stripe mosaic vírus* – WhSMV, *Benyviridae*) e relacionando a bactérias temos a estria-bacteriana (*Xanthomonas translucens*) e o branqueamento ou queima da folha do trigo (*Pseudomonas syringae*) (LAU et al, 2020).

A genética vem avançando em incremento de rendimento, mas as doenças também vêm ganhando muita importância, porque estamos falando de materiais e cultivares suscetíveis e de altos níveis de produtividade. Qualquer incidência e severidade inicial de doenças dentro dessas cultivares pode impactar em 10% a 15% de produtividade (LISBOA, 2023). Segundo Paulo Kuhnem, 2023 destaca que, além do tensionamento do cenário de doenças na cultura do trigo, o produtor do cereal também tem sentido os impactos da suscetibilidade genética de determinados materiais e como manejá-los.

O oídio do trigo, causado por *Blumeria graminis* f. sp. *tritici,* é uma das primeiras doenças foliares a aparecer durante a safra, sendo de fácil identificação, pois desenvolve uma espécie de pó branco sobre folhas e colmos. Ocorre em todas

as regiões tritícolas do mundo, especialmente de clima temperado. No Brasil, pode ser encontrada em toda a Região Sul e em lavouras irrigadas ou em áreas de altitude nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste (COSTAMILAN, 2019). Ele ainda ocorre ou melhor mantem-se o inóculo, na entressafra, sobre plantas voluntárias de trigo, sendo disseminado facilmente pelo ar, durante períodos sem chuva. É uma doença explosiva, pois o ciclo da doença é bastante rápido, entre 5 e 25 dias. Epidemias são chamadas de explosivas, quando o aumento em intensidade da doença é rápido (EMBRAPA, 2019).

Dentre as medidas de controle da doença, o controle químico se destaca devido a alta eficácia de controle. O controle químico do oídio de trigo em cultivares suscetíveis é mais via tratamento de sementes com fungicidas sistêmicos, do que pela aplicação de fungicidas em órgãos aéreos (LAU *et al*, 2020). Triadimenol aplicado em sementes conferiu proteção de 45 a 60 dias após a emergência (Reis; Casa, 2005); porém, Reis et al. (2013) relataram perda de sensibilidade de *B. graminisi* f. sp. *tritici* a esse fungicida, nesta forma de aplicação. Para aplicação foliar, o monitoramento do desenvolvimento da doença deve iniciar a partir do afilhamento, coletando-se uma amostra de 40 a 50 colmos principais por situação homogênea da lavoura e observando-se a presença de sintomas de oídio nas folhas, descartando-se as mais velhas e as mais novas (LAU et al, 2020).

Adicionalmente, o uso de fungicidas em curtos intervalos de aplicações, muitas vezes devido à falta de monitoramento e/ou à diagnose incorreta, pode agravar o problema ao causar injúrias nas folhas e, por consequência, dificultar a metabolização e/ou causar fitotoxicidade em determinados genótipos de trigo (LAU et al, 2020).

1.1 JUSTIFICATIVA

Diante da importância que se tem a doença para com a cultura do trigo, o aumento de incidência da mesma se faz necessário conhecer e entender melhor o controle químico para que ao ser utilizado se faça da melhor maneira possível. Bem como os diferentes modos de ação, mecanismos de ação evitando o uso repetido do mesmo produto. Isso ajudará os produtores dos mais diferentes níveis, obter uma melhor safra, uma produtividade mais elevada controlando bem sua lavoura.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar o patossistema da cultura do trigo, a doença, além do seu controle. Visa demonstrar um pouco daquilo que se tem de controle focando no controle químico para a doença oídio do trigo e que assim futuros profissionais da área, agricultores possam utilizar esse material para seu aprimoramento e crescimento colocando em prática em suas lavouras gerando assim lavouras sadias.

1.2.2 Objetivo específicos

a) Mostrar o patossistema oídio-trigo;
b) Demonstrar tipos de controle com foco no controle químico do oídio;
c) Levantar as principais moléculas químicas existentes;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DO TRIGO

Pertente a família Gramineae, tribo Triticeae, subtribo Triticinae. A espécie *Triticum aestivum* é hexaplóide. Uma espécie autógama, com flores perfeitas que, em condições normais de cultivo, apresenta baixa frequência de polinização cruzada. Na atualidade se cultiva trigos de inverno e de primavera.

Segundo a Embrapa, 2021:

> o trigo (*Triticum aestivum*, *Triticum durum*, *Triticale* sp.) é uma gramínea originária do "Crescente Fértil", uma zona geográfica que compreende desde a porção africana (Norte do rio Nilo) até a porção asiática (atuais Iraque e Kwait) do Médio Oriente e este cereal é o terceiro mais produzido no mundo, depois do arroz e do milho, segundo dados da FAO (2008) e está amplamente distribuído.

Existem três principais espécies de trigo: *Triticum aestivum L*, *Triticum turgidum L.* e *Triticum monococcum L*. O nome da planta de trigo é *Triticum* spp. Por meio da evolução e domesticação foram surgindo outras espécies. A hibridização e a seleção pelas pessoas originou a espécie de trigo mais utilizada hoje: *Triticum aestivum* L. ou trigo comum. O trigo comum é a espécie mais cultivada no mundo, representando 80% da produção mundial. No Brasil não é diferente. É utilizada, principalmente, para a fabricação de pães. Outra espécie bem semelhante à espécie comum é o *T. compactum* – ou trigo clube – bastante utilizado na fabricação de bolos e bolachas não crocante, pois possui menos glúten. Já o trigo durum tem alto conteúdo de glúten e por isso confere maior firmeza após o cozimento. É ele que dá origem à semolina (resultado da moagem incompleta de cereais). Esse tipo é indicado para massas, triguilho e cuscuz, além de alguns pães. E por fim o trigo einkorn considerado como uma espécie ancestral, pode ter dado origem às espécies cultivadas. Embora ainda seja cultivado em regiões específicas do mundo, essa espécie tem despertado interesse por produzir um glúten menos alergênico e seria uma alternativa para os celíacos (BAPTISTELLA, 2020).

Segundo Machado (2023), em se falando de cultivares temos que a cultivar é responsável por grande parte da produtividade da lavoura, e a sua escolha deve ser feita levando em consideração todas as informações disponíveis. O melhoramento genético vem desenvolvendo diversas cultivares, adaptadas às mais diferentes regiões do Brasil, com diferentes características e resistência a diferentes doenças e estresses abióticos, resultando em maiores ganhos na produtividade de grãos e qualidade tecnológica do cereal. Também deve-se levar em conta, na escolha da cultivar, o nível tecnológico dos produtos, sistema de produção, finalidade da produção.

Referente às folhas do trigo, as mesmas possuem nervação paralelinérveas, dessa forma, apresentam as nervuras paralelas à nervura principal. Sendo assim, a quantidade de folhas vai variar de acordo com o genótipo, ocorrendo de 3 a 8 folhas, mais comumente encontrado de 5 a 6 folhas, sendo a folha composta pela bainha, lâmina, lígula e apresentando um par de aurículas. A plúmula, primeira folha do trigo, é recoberta por uma estrutura chamada coleóptilo, que possui a função de proteção até a sua emissão, enquanto a última folha do trigo, é conhecida como folha bandeira (SCHEEREN et al, 2015).

Como ocorre nas plantas monocotiledôneas a raiz do trigo é do tipo fasciculada. Conforme Scheeren et al. (2015), três classes de raízes formam o sistema radicular do trigo: raízes seminais, raízes permanentes e raízes adventícias. As raízes seminais ou embrionárias, oriundas da semente, são as que primeiramente aparecem contribuindo para a primeira fase do estabelecimento da planta no solo. Em seguida, surgem as raízes permanentes, também denominadas de coroa, que se desenvolvem de forma lenta no decorrer de seu crescimento e por final, surgem as raízes adventícias, que emergem acima do solo em forma de escoras, ajudando ancorar no solo a planta adulta.

De acordo com o trabalho de Rissi (2022), a semente de trigo possui baixa atividade metabólica e, quando depositada no solo sob condições ideais de temperatura e umidade, no estádio inicial se inicia um processo de embebição, onde as células embrionárias se reidratam. Esse “despertar” dá início às atividades metabólicas e é a primeira subfase da germinação, o que gera a energia necessária para divisão celular.

Segundo Rissi (2022), posteriormente, a radícula é emitida, auxiliando o embrião na fixação e absorção de compostos para seu desenvolvimento até a emissão e emersão do coleóptilo. A partir desse estádio, a plântula já é visível acima do nível do solo. O afilhamento inicia, com o colmo principal expandido, podendo surgir em média nove ou mais afilhos paralelos à base principal, dependendo das condições de clima, fertilidade e característica de cultivar. Agronomicamente, esse é o período de desenvolvimento do trigo ideal para aplicação de herbicidas no controle de plantas daninhas. O crescimento em altura da planta ocorre na fase de alongamento, o que inibe a formação de afilhos devido a competição pelos recursos energéticos. Os nós se tornam visíveis de forma gradual, permitindo que a planta tenha um maior aporte e área foliar, o que é fundamental considerando alto rendimento, pois a interceptação da radiação solar se torna mais efetiva. Com o alongamento do colmo até o último entrenó, a espiga que está se desenvolvendo dentro do colmo poderá surgir no topo da planta junto da folha bandeira (última folha). Nesse momento, também há o “emborrachamento”, onde a bainha foliar é engrossada finalizando o período vegetativo. Durante esse processo a planta está bastante vulnerável a estresses hídricos ou térmicos que possam ocorrer no ambiente. O período reprodutivo se desenvolve durante o espigamento, quando a planta atinge a maturidade sexual, ocorre autofecundação e consequente formação do grão. A última fase observada na cultura do trigo é a maturação, precede os ciclos finais do metabolismo vegetal e a colheita.

O enchimento do grão é caracterizado por 3 fases, sendo a primeira o estado de grão leitoso, com a cariopse aquosa e grande quantidade de água dentro do grão, grãos em massa, inicialmente massa mole e posteriormente massa dura, com maturidade fisiológica e menor umidade no interior do grão. Por fim, a fase de grãos maduros com a cariopse dura, pronto para a colheita. Evidencia-se assim a importância da utilização das escalas fenológicas para melhor compreensão e detalhamento do ciclo de desenvolvimento da planta. Conhecer esse ciclo é indispensável na tomada de uma decisão agronômica, definindo o momento ideal para aplicação de herbicidas, inseticidas e fungicidas (RISSI, 2022).

2.2 DOENÇAS DO TRIGO

De uma maneira geral, os parasitas obrigatórios, como os causadores das ferrugens (*Puccinia* spp.) e do oídio (*E. graminis* f. sp. *tritici*) ocorrem em todas as regiões tritícolas do Brasil, variando de ano para ano a severidade da infecção. O oídio nas condições das regiões Centro e Centro Sul é observado em altos níveis de infecção, especialmente sob irrigação (REIS, et al 1988).

Segundo Reis (1988), quanto aos patógenos causadores de manchas foliares, existe uma separação espacial, mais ou menos definida, quanto a intensidade de ocorrência. A mancha marrom, causada por *B. sorokiniana*, predomina nas regiões mais quentes, como nos estados do Paraná, de Mato Grosso do Sul, de São Paulo, de Minas Gerais e nas Missões do Rio Grande do Sul. Por outro lado, *S. nodorum* (Sin. *S. nodorum*) predomina no Planalto Médio do Rio Grande do Sul. *Septoria tritici* ocorre com menor frequência que os acima citados, ocorre apenas em anos com períodos longos de molhamento da superfície foliar associado à temperaturas amenas. Por outro lado, *Dreschlera tritici-repentis* parece apresentar uma adaptação semelhante a todas as regiões tritícolas (REIS et al, 1988).

A ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina* Erikss) ocorre em praticamente todas as regiões tritícolas do país. Os danos decorrentes de epidemias de P*. triticina*, vão depender do estádio fenológico da planta, da suscetibilidade da cultivar, da virulência da raça fisiológica e das condições ambientais (REIS; CASA, 2007). Em cultivares suscetíveis já foram relatadas perdas de até 50% no rendimento dos grãos (REIS; CASA; FORCELINI, 1996).

A mancha marrom (*Bipolaris sorokiniana* c. In Sorok.) e a mancha amarela (*Dreschlera tritici-repentis* Died.) são consideradas as doenças mais prejudiciais para a cultura do trigo (MEHTA et al., 1992), podendo acarretar perdas de 20 a 80% no rendimento da cultura (MEHTA, 1993; HETZLER et al., 1991; BARROS, 1985). Entre as manchas foliares, a mancha amarela é a que ocorre com maior frequência em plantio direto, sendo responsável pelas epidemias mais agressivas de manchas foliares (REIS; CASA; MEDEIROS, 2001).

No Brasil, a giberela em trigo é causada por espécies do complexo *Fusarium graminearum*, especialmente *F. graminearum* sensu stricto (Fgss) e *F. meridionale* (Fmer), as quais variam quanto ao potencial toxigênico (SPOLT, 2013).

A giberela está entre as doenças de maior importância mundial na cultura do trigo. No Brasil, é causada principalmente por espécies do complexo *Fusarium graminearum*, com destaque para *F. graminearum* sensu stricto [ou simplesmente *F. graminearum* (Fgss)] e *F. meridionale* (Fmer) (SCOZ et al., 2009; ASTOLFI et al., 2012). Os danos ocasionados por giberela em trigo no Brasil incluem a redução no rendimento e a contaminação com as micotoxinas de desoxinivalenol (DON) e nivalenol (NIV) (CASA et al., 2004; DEL PONTE et al., 2012). No Sul do Brasil, as populações de Fgss (a dominante, com 90% de frequência em isolamentos) e Fmer têm apresentado consistentemente genótipo tricoteceno15-A(acetil)DON, uma forma acetilada de DON, e NIV, respectivamente, o que sugere que podem produzir diferentes concentrações de DON e nivalenol (SCOZ et al., 2009; ASTOLFI et al., 2012). SPOLTI et al. (2012a), em um estudo com dois isolados de cada uma dessas duas espécies, observaram maior taxa de esporulação, maior agressividade e menor sensibilidade a tebuconazole em isolados Fgss comparados a Fmer (SPOLT, 2013).

O oídio causado por *Erysiphe graminis* DC. f. sp. tritici Em. Marchal *Erysiphe graminis* DC. = Blumeria graminis (DC.) E.O. Speer ocorre de forma endêmica em áreas tritícolas de clima frio e úmido no Brasil, especialmente na Região Sul e em lavouras sob sistema irrigado nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste (REIS; CASA, 2007).

2.3 OÍDIO DO TRIGO

O oídio do trigo, causado por *Blumeria graminis* f. sp. tritici, ocorre com alta frequência e intensidade em cultivares suscetíveis, na região Sul do Brasil (REIS, et al 2008).

Segundo Igarashi et al, 2010 ainda não há estudos precisos que quantifiquem os prejuízos decorrentes de infecção por oídio e/ou outras doenças foliares, para a maioria das culturas de importância econômica no Brasil. A

importância dessa doença está mais relacionada à intensidade do que à frequência do ataque (BARROS, et al 2005).

O oídio foi uma das doenças mais comumente encontradas nas lavouras, e em alguns casos sendo encontrada desde os estádios iniciais até o final de ciclo da cultura. Maior incidência foi observada em 2021 quando ocorreu maior período de estiagem. Diferentemente da maioria das outras doenças relatadas, o oídio tende a ser favorecido por períodos de menor pluviosidade. O oídio e as manchas foliares foram as primeiras doenças a aparecer no trigo sendo fácil de perceber as folhas e colmos esbranquiçados. O oídio tem sido relatado com grande potencial de dano em praticamente todas as regiões do mundo onde cereais são cultivados, como países da América do Sul, Estados Unidos e Europa (STADNIK; RIVERA, 2001).

Pode ser encontrada em toda a região Sul e em lavouras irrigadas ou em áreas de altitude nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste, é dita como uma doença que ocorre de forma endêmica, em áreas tritícolas de clima frio e úmido no Brasil. É um problema como dito anteriormente no Leste do Estados Unidos da América e em países do Cone Sul da América do Sul e Europa (COSTAMILAN, 2002).

Segundo Costamilan, 2019 o oídio de trigo, causado por *Blumeria graminis* f. sp. *tritici,* é uma das primeiras doenças foliares a aparecer durante a safra, sendo de fácil identificação, pois desenvolve uma espécie de pó branco sobre folhas e colmos. Ocorre em todas as regiões tritícolas do mundo, especialmente de clima temperado.

A fase assexuada do oídio corresponde a *Oidium monilioides*, com formação de conídios elipsoidais a ovais, hialinos e produzidos em cadeia. Em condições de campo os patógenos também podem formar a fase sexuada (*Blumeria graminis* f.sp. *tritici*), caracterizada pela formação de estruturas reprodutivas denominadas cleistotécios, onde são produzidos os esporos sexuais ascósporos. Além de característica importante para identificação, a observação da formação dessas estruturas a campo torna-se importante para variabilidade e resistência do patógeno. A formação de cleistotécios foi observada somente na fase reprodutiva da cultura, e principalmente em 2021 quando a incidência da doença foi maior (FERNANDES, 2023).

O oídio do trigo é dito como uma doença foliar que reduz o rendimento e a qualidade de grãos em cultivares suscetíveis nas safras com condições climáticas de temperaturas amenas e baixa precipitação pluviométrica. Dentro da subespécie

que causa a infecção, existem muitas raças que são classificadas por sua habilidade de infectar diferentes cultivares de trigo. E seu predomínio pode mudar ao longo das safras e entre diferentes regiões tritícolas, podendo alterar a reação de resistência das cultivares (Biotrigo, 2022).

2.4 CONTROLE DO OÍDIO

As principais estratégias para o controle de oídio são o uso de cultivares com bom nível de resistência, tratamento de sementes e aplicação de fungicidas na parte aérea. Para o controle efetivo em trigo todas as estratégias de manejo devem ser adotadas de forma integrada, a fim de manter a população do patógeno abaixo do limiar de dano econômico. Analisando as práticas utilizadas, o uso de fungicidas é a que carece de maiores informações. Nesse contexto, a Rede de Ensaios Cooperativos de Fungicidas, que reúne diversas instituições de pesquisa e empresas, estabeleceu a necessidade da condução de ensaios de campo com o objetivo de avaliar a eficiência de fungicidas (registrados ou em fase de registro no Mapa) em relação ao controle do oídio, sob infecção natural, nas principais regiões produtoras de trigo do Brasil (SANTANA et al, 2020).

O oídio é doença de ocorrência generalizada na região sul do país, sendo controlada com o emprego de cultivares resistentes; porém a resistência não é durável devido a variabilidade constante do agente causal, pela pulverização com fungicida nos órgãos aéreos e pelo uso de fungicidas sistêmicos em tratamento de sementes (REIS et al, 2008).

De acordo com Santos et al, (2011, p. 7), “os maiores índices de área foliar foram obtidos nos tratamentos a base de piraclostrobina+epoxiconazole isolados ou em mistura com fosfito A e acinbezolar-S-metil (ASM)”.

O fungicida triadimenol confere proteção durante 45 a 60 dias após a emergência das plantas de trigo e cevada. Os fungicidas difenoconazole, triticonazole e flutriafol conferem proteção entre 30 e 45 dias após a emergência. Outra opção de controle é a pulverização dos órgãos aéreos com fungicidas sistêmicos quando a doença atingir o liminar de dano econômico (LDE) (REIS et al, 2007).

Sabe-se que para efetivamente termos um bom controle do oídio do trigo deve-se adotar o manejo integrado de doenças, que como premissa se tem alguns pilares que devem ser seguidos para o bom desenvolvimento da lavoura, obtendo dessa maneira boas produtividades e excelente ganho econômico. Manejo esse que venho das bases do manejo integrado de pragas. Segundo Reis et al, 2007 nos diz que as estratégias recomendadas baseiam-se no uso integrado de todas as medidas disponíveis, para assim no caso do oídio obter seu efetivo controle.

O manejo das doenças do trigo preconiza a adoção simultânea de várias práticas como a utilização de cultivares resistentes e/ou precoces, o plantio em época adequada, especialmente para evitar danos causados pelas ferrugens e oídio, práticas culturais e a aplicação de fungicidas (BARROS, el al 2006).

2.5 CONTROLE QUÍMICO DO OÍDIO

No trabalho desenvolvido por Reis et al, 2008 utilizou fungicidas penetrantes difenoconazole, flutriafol, triadimenol e triticonazole, considerando o momento exato de aplicação do produto, ou seja, quando fosse atingido o LDE de 20% de incidência foliar, no estádio de afilhamento. Para o difenoconazole apresentou 12 dias de persistência; flutriafol apresentou persistência de 21 dias (200 g p.c./100 kg); uma proteção de 36 dias para o fungicida triticonazole (200 g p.c./100 kg); e por fim o triadimenol apresentou persistência de 37 dias (135 g de p.c./100 kg), 50 dias (270 g de p.c./100kg) e 51 dias DAE (400 g p.c./100 kg).

Tratamento de sementes, segundo Reis et al, (2008 p. 3), “ocasionou atraso, em dias, a partir do momento em que se iniciou a epidemia onde proporcionou uma menor taxa de progresso dos tratamentos em comparação a testemunha”.

O trabalho de Picinini et al, 2003 mostra que sintomas de oídio começaram a surgir aos 42 DAE, aos 60 DAE a testemunha já apresentava severidade ao oídio de 6,7%. Entre os tratamentos a maior severidade de oídio era no de difenoconazole (30 g i.a./100kg de sementes – 2,3%). Progrediram as severidades apresentando 13,4% aos 98 DAE. E as menores severidades foram encontradas nos tratamentos que continham fluquinconazole e quando misturado com procloraz (severidade média 3,9%) e isolado uma severidade de 4,9%.

Segundo Barros et al, 2006 em seu experimento utilizando propiconazole no ano de 2000, tebuconazole no ano de 2001 e 2002 e trifloxystrobin+propiconazole no ano de 2003, o grande diferencial que houve com o tratamento químico no último rendimento foi ter utilizado trifloxystrobina+propiconazole, um fungicida formulado a base de triazol com estrobirulina. Cook et al, 1999 verificou que com a aplicação de fungicidas, especialmente do grupo das estrubirulinas, pode prolongar o ciclo da cultura, ou seja, o período em que a cultura mantêm a área foliar verde, e esse fato parece ter impacto positivo sobre o rendimento.

De acordo com Santos et al, 2011, utilizou-se como tratamentos fontes de fosfitos, acibenzolar-S-metil, piraclostrobina+epoxiconazole e as combinações de fosfito com piraclostrobina+epoxiconazole. O indutor de resistência acibenzolar-S-metil isoladamente ou em associação com fungicidas afetou apenas a ferrugem da folha e o oídio do trigo. Apenas os fosfitos associados ao fungicida controlaram as doenças, mas não houve aumento adicional de produtividade quando comparado com o controle proporcionado somente pelo fungicida.

Conforme nos diz Santos et al (2011, p. 8) “o fungicida de forma isolada e a combinação do fungicida com fosfito A e acibenzolar-S-metil (ASM) proporcionaram aumento de produtividade”.

O oídio foi a doença predominante no experimento com o cultivar Marfim em Muitos Capões. Foi detectado 32 % de controle do oídio com a mistura de estrobilurina + carboxamida, 35 % com ditiocarbamatos, 68 % com a mistura de triazol + estrobilurina e 74 % com morfolina. Sugere-se para controle de oídio fungicidas formulados com triazol + estrobilurina, triazol + estrobilurina + carboxamida ou morfolina. Fungicidas do grupo dos ditiocarbamatos e a mistura de estrobilurina + carboxamida não tem controle eficiente de oídio (Júnior, 2017).

Atualmente, houve um aumento na ocorrência e na intensidade da doença, não somente no trigo, como também na cevada (*Hordeum vulgare* L.), o que vem preocupando produtores e pesquisadores. O uso de sub-dose de fungicidas recomendados tanto em tratamento de semente como pulverização aérea, nesse caso, também com aplicações tardias, acima do limiar de dano econômico, são algumas hipóteses levantadas para explicar a ocorrência de epidemias do oídio nas últimas safras. Outra hipótese formulada é que devido ao uso excessivo de

fungicidas do grupo dos triazóis o fungo pode ter se tornado insensível a alguns princípios ativos (CASA et al, 2002).

O uso de triazóis no Brasil está associado aos avanços obtidos pela triticultura nacional nos últimos 20 ou 30 anos. Um dos exemplos mais importantes que confirmam esta afirmativa é o caso do princípio ativo propiconazole (Picinini *et al*., 1996). Não há dúvidas de que um dos principais fatores associados ao incremento nos níveis de rendimento da cultura do trigo no Brasil em meados da década de 80 foi o lançamento comercial, na época, de um fungicida contendo o princípio ativo propiconazole. Posteriormente, no início da década de 90, um fungicida com o princípio ativo tebuconazole foi registrado para a cultura do trigo e passou a ser amplamente utilizado pelos produtores brasileiros, não só para controlar a ferrugem da folha, mas também o oídio, as manchas foliares e a giberela. Desde então, o princípio ativo tebuconazole sempre foi considerado uma referência em termos de controle, tanto para ferrugem da folha como para as demais doenças acima mencionadas (MACIEL et al, s. d.).

Santana et al, 2022 mostra que na média dos oito ensaios avaliados a aplicação de fungicida, reduziu em 3 vezes a severidade da doença. Pode-se observar que, entre as diferentes avaliações, os tratamentos se comportaram de maneira satisfatoriamente coincidente, sendo que os melhores se mantiveram constantes nas diferentes épocas de aplicação. Nesse sentido, merecem destaque os tratamentos: azoxistrobina + tetraconazole, piraclostrobina + epoxiconazol + tebuconazole, piraclostrobina + epoxiconazol + propiconazol e piraclostrobina + epoxiconazol + fenpropimorfe, que sempre estiveram nos grupamentos de menor severidade da doença.

De acordo com Picinini et al, 2003:

> O tratamento de sementes com fungicidas eficientes, como aqui relatados, aliado a estratégias como a rotação cultural e o uso de cultivares mais resistentes, poderá reduzir para apenas uma (no florescimento da cultura) o número de pulverizações com fungicidas, diminuindo, consideravelmente, o custo de produção e o impacto ao ambiente.

O controle químico é recomendável para culturas bem conduzidas e com alto potencial produtivo, mas pode ter um importante papel na garantia da produtividade da cultura, desde que empregado com critério, dentro de um contexto

que considera o ciclo biológico do patógeno, o comportamento das cultivares e as condições ambientais (Barros, et al 2006).

Segundo Agrofit, 2024 temos exemplos de produtos destinados, recomendados ao controle químico do oídio do trigo, conforme segue na tabela abaixo:

TABELA 1 – PRODUTOS PARA CONTROLE DO OÍDIO DO TRIGO

NOME COMERCIAL	Ingredientes Ativo	Grupo Químico	Mecanismo de ação
Alterne	Tebuconazol	Triazol	G1
Tino	Propiconazol	Triazol	G1
Artea	Propiconazol + Ciproconazol	Triazol + Triazol	G1 + G1
Aproach Power	Ciproconazol + Picoxistrobina	Triazol + Estrobirulina	G1 + C3
Domark Excell	Tetraconazol + Azoxistrobina	Triazol + Estrobirulina	G1 + C3
Stratego 250 EC	Propiconazol + Trifloxistrobina	Triazol + Estrobirulina	G1 + C3
Belyan	Fluxapiroxade + Mefentrifluconazol + Piraclostrobina	Carboxamida + Triazol + Estrobirulina	C2 + G1 + C3
Envoy	Piraclostrobina + Epoxiconazol	Estrobilurina + Triazol	C3 + G1
Blavity	Fluxapiroxade + Protioconazol	Carboxamida + Triazolinthione	C2 + G1

FONTE: Agrofit (2024).

G1= biossíntese de esterol de membranas, C14-desmetilase na biossíntese de esterol (erg11/cyp51)

C2= respiração, complexo II: succinato-desidrogenase

C3= respiração, complexo III: citocromo bc1 (ubiquinol oxidase) no sítio Qo

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dessa forma pode-se concluir que o conhecimento dos ingredientes ativos e grupos químicos dos fungicidas são de fundamental importância. O uso adequado conforme recomendação dado pelo fabricante e o correto manejo integrado de doenças utilizando as medidas vai proporcionar um controle mais efetivo de sua lavoura reduzindo possíveis casos de resistência. Deve-se evitar aplicações desnecessárias na cultura, evitando assim maiores contaminações de solo e de água, ou seja, vai gerar uma redução também nos custos de produção.

3.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Em relação aos trabalhos futuros pode-se dizer que seria interessante mais estudos relacionados na utilização de combinações diferentes de moléculas para tipos de trigo, cultivares onde se possa chegar a um controle mais efetivo da doença oídio.

REFERÊNCIAS

AGRO XINGU CORRETORA DE GRÃOS. **Cenário complicado de doenças fúngicas no trigo nesta safra pode impactar a próxima, e tratamento de sementes é a ferramenta eficiente para iniciar manejo**. Confresa, MT, 2023. Disponível em: https://agroxingucorretora.com.br/2023/safra/cenario-complicado-de-doencas-fungicas-no-trigo-nesta-safra-pode-impactar-a-proxima-e-tratamento-de-sementes-e-a-ferramenta-eficiente-para-iniciar-manejo/. Acesso em 17 fev. 2024.

BANCAL, M. O; ROBERT, C; NEY B. Modelling wheat growth and yield losses from late epidemics of foliar diseases using loss of green area per layer and pre-anthesis reserves. Annals of Botany, 100, 777-789. 2007.

BARROS, B. C.; CASTRO, J. L.; PATRÍCIO F. R. A. Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao controle químico das principais doenças fúngicas da cultura. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.32, n.3, p.239-246, 2006.

BIOTRIGO. **Doenças do trigo. Oídio.** Passo Fundo, RS, 2022. Disponível em: https://biotrigo.com.br/doencas-do-trigo/. Acesso em 01 maio 2024.

BIOTRIGO. **Oídio**. Passo Fundo, RS. Disponível em: https://biotrigo.com.br/pergunta/oidio/. Acesso em 02 maio 2024.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução normativa n°38, de 2010. Estabelece o regulamento técnico do trigo. Diário oficial da união, n. 229. 1 dez. 2010. Seção 1, p. 2-4.

CASA, R. T.; HOFFMANN, L. L.; PANISSON, E.; MENDES, C. M.; REIS, E. M. SENSIBILIDADE DE *Blumeria graminis* f.sp *tritici* A ALGUNS FUNGICIDAS. **Fitopatol. bras.**, 27(6), nov-dez 2002.

COMITÊ DE AÇÃO A RESISTÊNCIA A FUNGICIDAS FRAC-BRASIL. FRAC. **Informações básicas**. Disponível em: www.frac-br.org. Acesso em 09 fev. 2024.

COMITÊ DE AÇÃO A RESISTÊNCIA A FUNGICIDAS FRA-BRASIL. FRAC. **Relação de códigos FRAC 2022**. Disponível em: https://www.frac-br.org/_files/ugd/6c1e70_c6922ee3daa847e2b14c279c07baa149.pdf. Acesso em 23 fev. 2024.

CONTE, Pietro Augusto. Programas de aplicação de fungicidas para o controle do oídio em trigo. 21f. Monografia de graduação (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2022.

COOK, R. J.; HIMS, M. J.; VAUGHAN, T. B. Effects of fungicide spray timing on winter disease control. **Plant Pathology**, Cambridge, v.48, p-33-50, 1999.

CUNHA, da G. R.; CAIERÃO, E. **Informações técnicas para trigo e triticale**. 15º Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. Brasília, DF, 2023.

CHRISTOVAM, S. de R. Assistência de ar em barra, ângulo e volume de pulverização no controle de doenças e na produtividade da cultura do trigo. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, SP, 2011. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/7dbfb928-0ba3-437b-a840-6939bc7521ab/content. Acesso em: 28 jul. 2024.

DEKKER, J. **Development of resistance to modern fungicides and strategies for its avoidance**. In: LYR. H. (Ed.). Modero selective fungicides: properties, applications, mechanisms of action. 2. ed. New York: Gustav Fisher, 1995. p.23-38.

DELP, C. 1. **Fungicide resistance in North America**. St. Paul: APS Press, 1988. 133p.

FERNANDES, A. C. **Levantamento de doenças de parte aérea do trigo na região de Laranjeiras do Sul – PR nas safras 2021 e 2022.** Curso de Bacharelado em Agronomia, Laranjeiras do Sul, PR, 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Manejo e uso de recursos naturais**, Brasília, 2021. Disponível em: www.embrapa.br. Acesso em 16 fev. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Metodologias para estudo de resistência genética de trigo e cevada a oídio**, Passo Fundo, 2002. Disponível em: www.embrapa.br. Acesso em 14 fev. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Artigo - Momento de observar o oídio em trigo**, Passo Fundo, 2019. Disponível em: www.embrapa.br. Acesso em 13 fev. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Trigo, Oídio**, Passo Fundo, 2021. Disponível em: www.embrapa.br. Acesso em 13 fev. 2024.

FERNANDES, J.M.C.; ROSA, O.S.; PICININI, E.C. **Perdas no potencial de rendimento de linhas quase-isogênicas de trigo devidas ao oídio**. Fitopatologia Brasileira v.13, p.131, 1988.

FERREIRA et al,. **Eficiência de fungicidas para controle de oídio do trigo.** Resultados da Rede de Ensaios Cooperativos do Trigo – safra 2022. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2023. Circular Técnica 81.

GUINI, R., KIMATI H., **Resistência de fungos a fungicidas**. Jaguariúna, SP: EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 2002.

GREEN, M. B.; LeBARON, H. M.; MOBERG, W. K. **Managing resistance to agrochemicals : from fundamental research to practical strategic**. Washington: American Chemical Society, 1990. 496p. (ACS Symposium Series, 421).

VIEIRA JUNIOR, José de Alencar Lemos. **Desempenho de fungicidas e fertilizantes no controle de doenças foliares e rendimento de grãos de trigo**. 2017. 74 p. Dissertação. (Mestrado em Produção Vegetal – Área: Fitopatologia) Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2017.

LAU, D.; SBALCHEIRO, C, C; MARTINS, F. C; SANTANA, F; MACIEL, J. L. N; FERNANDES, J. M. C; COSTAMILAN, L. M; LIMA, M. I. P. M; KUHNEM, P; CASA, R. T. **Principais doenças do trigo no sul do Brasil: diagnóstico e manejo.** Comunicado técnico. 375. Passo Fundo, 2020, Embrapa.

LINHARES, W.I. **Perdas de produtividade ocasionadas por oídio na cultura do trigo**. Fitopatologia Brasileira, v.13, p74-75, 1988b.

MACIEL, J. L. N; CHAVES, M. S. C. **Painel Técnico: Fungicidas triazóis no controle da ferrugem da folha do trigo. Desempenho do princípio ativo tebuconazole no controle da ferrugem da folha do trigo.** Embrapa Trigo. s. d.

MORALES, R. G. F.; SANTOS, dos I.; TOMAZELI, V. N. Influência da nutrição mineral foliar sobre doenças da parte aérea da cultura do trigo. **Rev. Ceres**, Viçosa, v.59, n.1, p. 71-76, jan/fev, 2012.

NETO, A. T., CAMARGO, C. E. O.; ALVES, M. C.; CASTRO, J. L.; GALLO, P. B. Indução de mutação visando a redução de altura de planta e resistência às doenças no cultivar de trigo (*Triticum aestivum* L.) IAC-17. **Sci. agri.**, Piracicaba, 52(2):287-293, mai/ago. 1995.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. C. **Efeito do tratamento de sementes com fungicidas sobre o controle de doenças na parte aérea do trigo.** Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. 2003.

POSTAGEM DE BLOG. AEGRO. **Trigo: o que você precisa saber sobre a produção da cultura.** Disponível: https://blog.aegro.com.br/trigo/. Acesso em 28 abril 2024.

POSTAGEM DE BLOG. AGROADVANCE. **Fungicidas: 12 Mecanismo de ação**. Não paginado. Disponível: https://agroadvance.com.br/blog-fungicidas-mecanismo-de-acao-e-resistencia/. Acesso em 06 fev. 2024.

REIS, E. M.; FERNANDES, J. M. C.; PICININI, E. C. **Estratégias para o controle de doenças do trigo**. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo, RS, 1988.

REIS, E. M., CASA, R. T.; HOFFMANN, L. L. **Efeito de oídio, causado por Erysiphe graminis f. sp. tritici, sobre o rendimento de grãos de trigo**. Fitopatologia Brasileira 22:492-495. 1997.

REIS, E. M.; MOREIRA, E. N.; CASA, R. T.; BLUM, M. M. C. Eficiência e persistência de fungicidas no controle do oídio do trigo via tratamento de sementes. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v.34, n.4, p. 371-374, 2008.

REIS, E. M.; CASA, R. T. **Doneças dos cereais de inverno. Diagnose, epidemiologia e controle.** Lages: Graphel, 2007.

REVISTA CAMPO E NEGÓCIOS. **Manejo integrado de pragas e doenças**. Uberlândia, MG, 2023. Disponível em: https://revistacampoenegocios.com.br/manejo-integrado-de-pragas-e-doencas/. Acesso em 16 fev. 2024.

SANTANA, F. M; LAU, D; SBALCHEIRO, C. C; GUTERRES, C. W; VENÂNCIO, W. S; PADUA, J. M. V; COSTA, A. A; de OLIVEIRA, C. R. R; SCHIPANSKI, C. A; CHAGAS, D. F; CASAROTTO, G; CAPITANIO, C. G; REIS, E. M; ZANATTA, M; SENGER, M. **Eficiência de fungicidas para controle de oídio do trigo. Resultado dos ensaios cooperados, safra 2020.** Circular técnica, 73. Embrapa. Passo Fundo, RS, 2022.

SANTOS, dos H. A. A.; PRIA, M. D.; SILVA, da O. C.; MIO, de L. L. M. Controle de doenças do trigo com fosfitos e acibenzolar-s-metil isoladamente ou associados a piraclostrobina + epoxiconazole. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.2, p.433-442, abr/jun. 2011.

SCHEEREN, P. L; CASTRO, de R. L; CAEIRÃO, E. **Trigo do Plantio à Colheita: Botânica, Morfologia e Descrição Fenotípica.** 2015. p. 35-55.

SERRAGO, R. A; CARRETERO, R; BANCAL, M. O; MIRALLES, D. J. Foliar diseases affect the eco-physiological atributes linked with yield and biomass in wheat (*Triticum aestivum* L.). European Journal of Agronomy, 31, 195-203. 2009.

STADNIK, M.J.; RIVERA, M.C. Oídios. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2001, 484p.

SPOLTI, P; DEL PONTE, E. M. Agressividade diferencial de espécies do complexo ***Fusarium graminearum*** em interação com o fungicida tebuconazole na redução do rendimento de trigo. **Rev. Ciência Rural**. Porto Alegre, v. 43 (9), p.1569-1575, set, 2013.

SZUNICS, L.; SZUNICS, L.U.; VIDA, G.; BEDÖ, Z.; SVEC, M. **Dynamics of changes in the races and virulence of wheat powdery mildew in Hungary between 1971 and 1999**. In: BEDÖ, Z. & LÁNG, L. Wheat in a global environment. Proceedings... International Wheat Conference, 6, 5-9 June 2000, Budapest, Hungary. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. p.373-379, 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. Pet. Agronomia. Santa Maria, 2022. Disponível em: https://www.ufsm.br/pet/agronomia/2022/02/14/a-escala-fenologica-da-cultura-do-trigo. Acesso em: 28 abril 2024.