

Indutores de resistência e seus efeitos no rendimento de grãos e redução de doenças em trigo

Resistance inducers and its effects on grain yield and reduction of diseases in wheat

Ricardo Piovesan Ferrari¹
Volmir Sergio Marchioro¹
Cleiton Antonio Busatto¹
Luís Antônio Klein¹
Carine Meier¹
Rayra Bañolas Bueno¹
Joao Vitor Alberti¹
Rodrigo Ferreira Bello¹

RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito do uso de diferentes indutores de resistência, sobre a severidade de doenças e sobre a produtividade de grãos em trigo. O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2019, na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen/RS. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com 4 repetições. As unidades experimentais foram compostas de 11 linhas, com 4 m de comprimento e espaçadas em 0,17 m, onde a cultivar de trigo utilizada foi a TBIO Toruk. As características avaliadas foram, número de afilhos, produtividade de grãos extrapolado para kg ha⁻¹, massa de mil grãos e peso hectolitro. A partir da avaliação de 10 espigas dentro de cada unidade experimental, foram determinadas as características número de espiguetas por espiga, tamanho da espiga, número de grãos da espiga e massa de grãos por espiga. Também foi avaliada severidade para oídio, mancha de folha e ferrugem da folha. O tratamento 8 obteve as melhores médias em número de afilhos massa de grãos por espiga e massa de mil grãos, este, ainda apresentou melhor média no peso hectolitro seguido do tratamento 6 (ativos cobre + hidroxiamina + salicílicos). Os tratamentos 2, 3 e 4 apresentaram as menores severidades de ferrugem da folha. Para oídio e mancha de folha os tratamentos não apresentaram diferença estatística entre si, mas tiveram menor severidade comparados com a testemunha, sem aplicação de indutores.

Palavras-chave: Indutor de resistência. Doenças no trigo. *Triticum aestivum* L.

ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the effect of using different resistance inducers on the severity of diseases and on grain productivity in wheat. The experiment was conducted in the agricultural year of 2019, in the experimental area of the Federal University of Santa Maria Campus Frederico Westphalen/RS. A randomized block design with 4 replications was used. The experimental units were composed of 11 lines, 4 m long and spaced 0.17 m apart, where the wheat cultivar used was TBIO Toruk. The characteristics evaluated were, number of tillers (NAF), grain yield (PDG), extrapolated to kg ha⁻¹, mass of a thousand grains (MMG) and hectoliter weight (PH). From the evaluation of 10 ears inside each experimental unit, the characteristics number of spikelets per ear (SEN), ear size (TAE), number of ear grains (NGE) and mass of grains per ear (MGE) were determined. Severity for powdery mildew (OD), leaf spot (MF) and leaf rust (FF) were also evaluated. Treatment 8 obtained the best averages in most of the evaluated characteristics, number of tillers (NAF) mass of grains per ear (MGE) and mass of a thousand grains (MMG), the same still presented the best average in hectoliter weight (PH) followed by treatment 6. Treatments 2, 3, 4 showed the lowest severity of leaf rust, and for powdery

¹ Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

mildew and leaf spot the treatments did not show statistical difference, but had less severity when purchased with witnesses, without the application of inductors.

Keywords: Resistance inductor. Wheat diseases. *Triticum aestivum* L.

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos cereais mais cultivados no mundo. Sendo que o Brasil não é autossuficiente na produção de trigo. A principal destinação do trigo é a produção de farinha, sendo que 56% da farinha de trigo produzida é utilizada para fins de panificação, aproximadamente 15% na produção de macarrão, 10% na produção de biscoitos, 10% para uso doméstico e 9% para outros setores (Abitrigo, 2017).

A produtividade de grãos em trigo é determinada por vários componentes, entre eles o número de espigas por planta, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga e por espigueta e peso médio dos grãos, os quais podem sofrer alterações devido a variações ambientais (Cruz *et al.*, 2003).

Diversas doenças atacam a cultura, estas estão entre os principais fatores bióticos que podem limitar ou afetar a produtividade do cereal. As doenças que acometem a parte aérea das plantas, tais como a ferrugem, oídio, manchas foliares e as de espiga podem causar prejuízos consideráveis, o avanço da doença sobre a cultura pode ser ainda maior em situações que exista um ambiente favorável para o ataque e desenvolvimento do patógeno (Barros *et al.*, 2005). Os fungos reduzem o suprimento de fotossíntese nas folhas, diminuem o índice de assimilação foliar e afetam negativamente os componentes de produção de grãos (Samobor *et al.*, 2005).

Segundo Cruz *et al.* (2011), inúmeras são as dificuldades no manejo eficiente para controlar tais doenças, a principal dificuldade encontrada atualmente é o controle ineficiente de algumas doenças com os fungicidas disponíveis no mercado, isso, devido a agressividade dos patógenos, aliados ainda, à suscetibilidade das cultivares. A dificuldade em encontrar a resistência completa em qualquer cultivar de trigo é uma barreira a ser ultrapassada, no entanto, algumas cultivares de trigo demonstram graus variáveis de imunidade em resposta a mecanismos subjacentes a indução de defesa (Mandal *et al.*, 2006). Dessa forma, a fim de minimizar os efeitos negativos das doenças na cultura, o uso de indutores de resistência passou a ser uma alternativa no controle de doenças em plantas (Cruz *et al.*, 2011).

Ainda segundo Staskawicz (2001), as plantas podem apresentar capacidade de reconhecer a invasão de agentes patogênicos e de desenvolver diversos mecanismos de defesa, elaborados contra a ameaça de ataque.

Alguns elementos minerais presentes em alguns indutores de resistência, podem vir a colaborar de forma direta ou indireta, sobre os mecanismos de defesa contra estresses bióticos e abióticos que podem causar danos e perdas na produtividade da cultura (Seidel *et al.*, 2018). O sal fosfato de potássio, tem efeito direto sobre patógenos e atua na ativação do sistema de defesa natural das plantas (Smillie *et al.*, 1989). Pereira *et al.* (2010), verificaram em brotações de videira que pulverizações com fosfitos proporcionaram maior proteção contra o mísio (*Plasmopara viticola*).

De maneira geral, o efeito direto do fosfato no metabolismo de alguns fungos é importante na supressão da doença, no entanto, este não deve ser o único mecanismo de ação do produto, visto que este também desenvolve a ativação do sistema de defesa natural da planta (Ribeiro *et al.*, 2006).

Produtos à base de extratos vegetais também vêm sendo muito utilizados na indução de resistência em plantas. Geralmente, a indução de resistência por extratos vegetais ocorre pela ativação de genes que codificam uma série de proteínas e enzimas envolvidas na síntese de fitoalexinas e lignina, as quais estão relacionadas com processos de defesa da planta (Resende *et al.*, 2000).

Portanto, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito do uso de diferentes indutores de resistência, sobre a severidade de doenças e a resposta na produtividade de grãos em trigo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Importância da cultura do trigo

O trigo (*Triticum aestivum* L.) possui importante papel no aspecto econômico e nutricional da alimentação humana, pois a sua farinha é largamente utilizada na indústria alimentícia (Camargo, 2004). Embora seja cultivado em outros estados, por se tratar de uma cultura predominantemente de inverno, a maior área de trigo é cultivada na região sul do Brasil, principalmente nos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul. Ainda para a região Sul, apresenta-se como importante alternativa para a sustentabilidade de pequenas e médias propriedades, estando diretamente associado a sistemas de rotação de cultura com soja e milho, no sistema de semeadura direta sobre a palha (Franceschi *et al.*, 2009).

Nas últimas décadas, a escassez de trigo serviu de estímulo aos avanços no aprimoramento genético das variedades de trigo (Silveira *et al.*, 2019). Além de materiais genéticos superiores, é importante considerar condições de cultivo, como Franceschi *et al.* (2009) enfatizam, é fundamental conhecer as diferentes condições climáticas, edáficas e de manejo, pois estas podem influenciar diretamente o rendimento de grãos.

2.2 Descrição botânica e morfológica do trigo

O trigo pertence à família Poaceae (gramíneas) e gênero *Triticum* (Akabari, 2018). O trigo comum, originado a aproximadamente 10.000 anos atrás, é caracterizado por genoma alohexaplóide (AABBDD), sendo originado de três genomas diploides completos, provenientes de três espécies diferentes, onde o cruzamento espontâneo da espécie *Triticum urartu* (genoma AA) com a espécie *Aegilops speltoides* (genoma BB) inicialmente forma uma espécie tetraplóide (AABB), e em evento posterior, cruzado de forma espontânea com a espécie *Aegilops tauschii* (genoma DD), e duplicado o número de cromossomos também de forma espontânea, origina o trigo domesticado que cultivamos hoje em dia ($2n=6x=42$) (Dong *et al.*, 2012).

O trigo é uma planta de ciclo anual, variando de 90 a 180 dias, conforme o ambiente e o genótipo, está ainda apresenta melhor adaptação com temperaturas mais amenas, por isso, tem seu cultivo favorecido em zonas de clima temperado. As plantas de trigo possuem, de 5 a 6 folhas finais, correspondendo ao número de nós, no entanto, podem ocorrer variações de 3 a 8 folhas. Tamanho, número, forma, posição, cerosidade são características das folhas da cultura, e possuem grande importância para o rendimento de grãos e para a caracterização e distinção dos cultivares de trigo (Scheeren; Borém, 2015).

Ainda segundo Scheeren e Borém (2015) a inflorescência do trigo é uma espiga, composta, dística, formada por espiguetas alternadas e opostas no ráquis. É uma planta autógama, com flores que são hermafroditas, ocorrendo a cleistogamia, com a polinização e fecundação do estigma antes da abertura das flores (Allard, 1971).

2.3 Doenças na cultura do trigo

Devido as condições ambientais adversas, associadas a suscetibilidade das cultivares e práticas de manejo, o trigo pode apresentar reduções importantes na produtividade em função de doenças onde o agente causal são fungos. As perdas podem ser maiores quando mais doenças atacam simultaneamente a planta (Tonin et al., 2013).

O trigo é originário de áreas com primaveras longas, temperaturas média e baixa umidade relativa do ar. Na região Sul do Brasil, existe condições climáticas onde a umidade relativa é alta e a temperatura é variável no período de cultivo, assim existe o favorecimento do desenvolvimento de moléstias, principalmente de parte aérea (Silva et al., 2007).

As principais doenças de parte aérea que acometem o trigo no Rio Grande do Sul são, o oídio (*Blumeria graminis f. sp. tritici*), a ferrugem da folha (*Puccinia triticina*), a mancha amarela (*Drechslera tritici-repentis*), a mancha marrom (*Bipolaris sorokiniana*) e septoriose (*Stagonospora nodorum*) (RCBPP, 2018).

Os danos causados pelo ataque de doenças foliares são atribuídos em especial a redução da capacidade fotossintética da planta. Sendo que a redução na produtividade de grãos pode alcançar até 80% para mancha marrom, 48% para mancha amarela e 31% para septoriose (Tonin et al, 2013).

Os agentes causais das manchas foliares tem como característica comum serem transmitidos por sementes, e após a colheita, sobreviverem saprofiticamente nos restos culturais, no Sul do Brasil, por até 18 meses (Reis et al, 1998). Portanto, em áreas de monocultivo de trigo, a fonte de inóculo está presente na própria área, fazendo com que o ataque da doença dependa apenas das condições climáticas e da resistência genética da cultivar.

Os agentes causais da ferrugem da folha e do oídio do trigo são parasitas biotróficos, e por isso, somente sobrevivem na fase parasitária em plantas voluntárias presentes em lavouras, ao longo de caminhos, estradas e rodovias, além das próprias lavouras comerciais de trigo que são cultivadas durante quase todos os meses do ano na América do Sul (Reis; Casa, 2007).

A capacidade do hospedeiro em impedir o crescimento e o desenvolvimento do patógeno é denominada resistência genética (Finger *et al.*, 2017). A resistência de hospedeiro pode ser do tipo qualitativa, como também conhecida por resistência de “tudo ou nada” e resistência quantitativa ou parcial. Na qualitativa, poucos genes envolvidos conferem resistência a raças específicas do patógeno, sendo conhecida por resistência completa. É a principal resistência genética encontrada para a ferrugem da folha em trigo e a utilização de cultivares resistentes, é a forma mais eficiente e econômica de controlar a doença (Bender *et al.*, 2000). Porém, devido a variabilidade do patógeno, o qual pode se diferenciar em novas raças, essa resistência pode ser facilmente superada (Finger *et al.*, 2017). Na resistência quantitativa ou parcial, mais genes envolvidos conferem uma redução da intensidade da doença, mas não a ausência. Geralmente, são mais duráveis e podem conferir resistência para raça não específica (Kushalappa; Gunnaiah, 2013).

O controle químico é uma das ferramentas de manejo mais utilizadas pelos produtores. A partir da safra 2004, têm-se relatos da dificuldade de controle das manchas foliares do trigo por fungicidas (Stolte, 2006). Tonin (2012), demonstrou que a redução da sensibilidade de *Drechslera* spp. as estrobilurinas e triazóis podem explicar a dificuldade de controle.

Analizando todo o complexo de doenças que podem causar danos a cultura do trigo é necessário, buscar medidas conjuntas de manejo para o controle. Medidas como rotação de cultura, eliminação de plantas voluntárias e de hospedeiros secundários, tratamento e utilização de sementes sadias, uso alternativo de produtos, como os indutores de resistência, e desta forma, buscar minimizar os danos causados pelas doenças, tendo maior eficiência no controle (Reis; Casa, 2007).

2.4 Uso de indutores de resistência a doenças em plantas

A busca crescente de formas de controle para as mais diversas doenças que podem atacar o trigo, leva muitas vezes o produtor a realizar cada vez mais aplicações de defensivos para minimizar os efeitos negativos de tal agentes patogênicos. Assim, o uso de fungicidas se tornou cada vez mais frequente, ocorrendo a seleção de populações tornando-as resistentes no campo (Xavier *et al.*, 2013).

O fenômeno que caracteriza a resistência (resposta imune) tem como regra, a suscetibilidade a algum microrganismo como a exceção, é denominado de resistência de não hospedeiro (RNH) e é caracterizado por mecanismos que conferem resistência de todos os genótipos da espécie vegetal a as variantes genéticas de determinada espécie de microrganismo (Heath, 2000). A primeira linha de defesa quando um microrganismo entra em contato com a planta é a barreira imposta pela cutícula e parede celular (Pinosa *et al.*, 2013). As espécies vegetais também produzem uma gama de metabólitos secundários como flavonoides e triterpenos, com ação antimicrobiana, também podem ser encontrados entre os componentes de ceras cuticulares, servindo de sinalização e formando uma barreira bioquímica (Reina-Pinto; Yephremov, 2009).

O uso de indutores de resistência a patógenos em plantas, surge como uma alternativa promissora ao controle químico podendo estes ter efeito sinérgico com o uso em conjunto com fungicidas. (Gomes *et al.*, 2011).

Alguns indutores de resistência vêm sendo utilizados para estimular as plantas a produzirem mecanismos intrínsecos de defesa contra os organismos bióticos patogênicos que prejudicam a produção. As plantas possuem a capacidade de reagir ao ataque de tais patógenos, mediante respostas de defesa. Isso é resultado da associação de reações bioquímicas e fisiológicas, as quais promovem a defesa vegetal, sendo então denominada de indução de resistência (Dias; Rangel, 2007).

Os elevados números de pulverizações protetivas necessárias para o manejo de algumas doenças, promovem impactos irreversíveis no ambiente, na saúde humana e na resistência adquirida pelos patógenos, neste modo os indutores de resistência se tornam uma alternativa sustentável para o manejo de doenças (Zanatta, 2019).

Fungicidas sintéticos e a utilização de variedades ou híbridos tolerantes as enfermidades, tem sido o método tradicional de controle para o manejo de doenças a campo. A necessidade contínua do ser humano de controlar doenças de plantas leva a sérios desequilíbrios ambientais, o que acaba reduzindo a qualidade populacional e a expectativa de vida (Bonaldo *et al.*, 2005).

O desenvolvimento de tecnologias alternativas destinadas a reduzir ecologicamente as doenças é essencial para a sustentabilidade do agronegócio. Indutores, como Benzoil-S-metil, que interfere com diferentes processos fisiológicos e bioquímicos de uma ampla gama de espécies vegetais, é capaz de ativar a resistência contra uma série de patógenos, minimizando o uso de fungicidas sintéticos (Gorlach *et al.*, 1996).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2019, na área experimental do Laboratório de Melhoramento Genético e Produção de Plantas (LMGPP), na Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Frederico Westphalen/RS, localizado nas coordenadas 27° 23'26" S, 53°25'43" W, com altitude de 461,3 m ao nível do mar. O solo do local é caracterizado como Latossolo Vermelho Distrófico (Santos *et al.*, 2006). O clima da região é caracterizado como subtropical úmido segundo Köppen, ou seja, subtropical úmido, com precipitação média anual elevada, em torno de 1.800 e 2.100 mm bem distribuídos ao longo do ano (Alvares *et al.*, 2013).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com 4 repetições. As unidades experimentais foram compostas de 11 linhas, com 4 m de comprimento e espaçadas em 0,17 m. A cultivar de trigo utilizada foi a TBIO Toruk e a semeadura foi realizada no dia 17 de junho de 2019. A densidade de sementes utilizada foi de 330 sementes aptas por m². O experimento foi implantado por sistema de semeadura direta, tendo como adubação de base 250 Kg ha⁻¹ de NPK de formulação 09-25-15, seguindo análise de solo e recomendação para a cultura do trigo. A adubação nitrogenada foi complementada em cobertura, parcelada em 50% no estágio fisiológico de duplo-anel e 50% em espiguela terminal, totalizando a dose de 120 Kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Os indutores de resistências (Tabela 1), foram escolhidos em função de que os mesmos, foram ou são utilizados por diversos produtores do estado do Rio Grande do

Sul. Os tratamentos foram definidos com 2 e 3 aplicações de cada indutor, mais a testemunha, totalizando 9 tratamentos, conforme apresentados na Tabela 2.

Tabela 1 - Nome comercial, ingrediente ativo (i.a.), concentração de i.a. e dose comercial para os indutores de resistência avaliados quanto a severidade de doenças na cultura de trigo.

Nome comercial	Ingrediente ativo (i.a.)	Concentração de i.a.	Dose Comercial
Acadin®	<i>Ascaplyllum nodosum</i>	200 g l ⁻¹	0,5 l ha ⁻¹
Reforce®	Fosfito de potássio	350 g l ⁻¹	0,5 l ha ⁻¹
Phyto Dunger®	Cobre + hidroxiamina + salicílicos	48,3 g l ⁻¹ + 2,1 g l ⁻¹ + 3,3 g l ⁻¹	0,1 l ha ⁻¹
Supa Cobre®	Cálcio + cobre	277 g l ⁻¹	1 l ha ⁻¹

Fonte: elaborado pelos autores.

As aplicações dos tratamentos foram realizadas por um único aplicador, sendo a primeira aplicação realizada quando 50% das plantas da parcela se encontravam em fase de emborrachamento (bainha da folha bandeira grossa), a segunda 15 dias após e para os tratamentos com 3 aplicações, 30 dias após a primeira aplicação. As doses de cada aplicação seguiram as recomendações estipuladas pelos fabricantes, de forma que a aplicação, consistia em aplicar o produto na parte aérea da planta até que se obtenha o molhamento superficial do dossel vegetativo da planta, antes que ocorresse o escorramento do produto. Para tal, foi utilizado um pulverizador costal de precisão, pressurizado com CO₂, equipado com quatro pontas de pulverização do tipo leque, espaçadas 0,5 metros uma da outra, e calibrado para uma vazão de 150 l ha⁻¹.

Tabela 2 - Tratamentos, nome comercial e número de aplicações para cada tratamento.

Tratamentos	Nome comercial	Número de aplicações
1	Acadin®	2
2	Acadin®	3
3	Reforce®	2
4	Reforce®	3
5	Phyto Dunger®	2
6	Phyto Dunger®	3
7	Supa Cobre®	2
8	Supa Cobre®	3
9	Testemunha	Sem aplicação

Fonte: elaborado pelos autores.

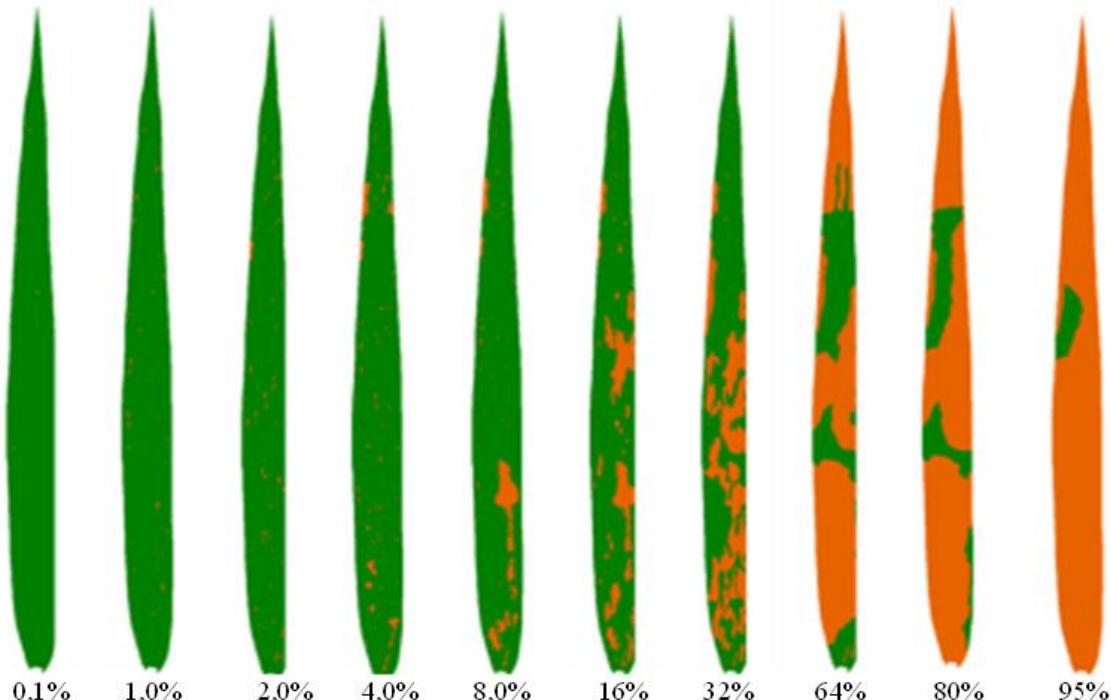
Para as avaliações foram adotadas as duas linhas centrais das parcelas, com 1 m de comprimento, a fim de evitar o efeito bordadura. As características avaliadas a partir das duas linhas foram: número de afilhos (NAF), produtividade de grãos (PDG), extrapolado para kg ha⁻¹, massa de mil grãos (MMG) e peso hectolitro (PH). A partir da avaliação de 10 espigas de dentro de cada unidade experimental, foram determinadas as características número de espiguetas por espiga (NEE), tamanho da espiga (TAE), número de grãos da espiga (NGE) e massa de grãos por espiga (MGE).

Também foram avaliadas as doenças que estavam presentes nas plantas, 10 dias após a última aplicação dos tratamentos com 3 aplicações, todas as parcelas foram avaliadas no mesmo dia, incluindo os tratamentos com duas aplicações e testemunha.

Foram atribuídas notas de severidade para oídio (OD) (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) e mancha de folha (MF), englobando manchas de folha de maneira geral. As notas de severidade variaram de 0 a 9, sendo 0, sem presença da doença e 9 para severidade de 100%. Para a ferrugem da folha (FF) (*Puccinia recondita* f. sp. *Triticis*)

foi atribuída a percentagem de severidade nas folhas, variando de 0 a 100%, segundo escala de Alves *et al.* (2015) (figura 1).

Figura 1 - Escala diagramática para avaliação da ferrugem da folha do trigo (*Triticum aestivum* L.) causado por *Puccinia triticina*.



Fonte: Alves *et al.* (2015).

Os procedimentos de análise dos dados obtidos, para as características de interesse, foram realizados com o auxílio do programa estatístico Genes (Cruz, 2013).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância referente as características, NAF, NGE, MGE, MMG, PH, PDG, FF, OD e MF, revelou a existência de diferença significativa pelo teste F ($p < 0,05$) entre os tratamentos avaliados. No entanto, as características NEE, TAE não apresentaram diferença significativa para os tratamentos testados (Tabela 3).

O coeficiente de variação (CV) variou de 1,19% a 18,63% para as características avaliadas (Tabela 3), resultados estes, que segundo a classificação de Pimentel Gomes (2000), são de alta a média precisão, indicando que os resultados são fidedignos e o experimento foi conduzido de forma adequada.

Analizando a Tabela 4, verificamos que os tratamentos 2, 4, 5, 6 e 8 apresentaram as melhores médias para NAF, e não diferiram estatisticamente entre si, permanecendo no mesmo grupo, assim como os tratamentos 1, 3, 7, sendo que estes últimos apresentaram as menores médias. No entanto, todos os tratamentos foram superiores a testemunha. Nota-se, a diferença de mais 145 afilhos por metro quadrado do melhor tratamento em relação a testemunha. A emissão,

desenvolvimento e sobrevivência dos afilhos está diretamente relacionada com o número de espigas por unidade de área, e impacta indiretamente nos componentes de rendimento como, o número de grãos e massa dos grãos da espiga (Davidson; Chevalier, 1990). O potencial de afilhamento varia entre as cultivares e ainda sofre influência do manejo, como a densidade de semeadura e efeitos do ambiente, tais como a pressão de doenças. O oídio, além de reduzir a área fotossinteticamente ativa pode provocar a redução de afilhos e consequentemente, a redução da produtividade (Osório, 1992).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância referente as características, número de afilhos (NAF), número de espiguetas por espiga (NEE), tamanho da espiga (TAE), número de grãos da espiga (NGE), massa de grãos da espiga (MGE), massa de mil grãos (MMG), peso hectolitro (PH), produtividade de grãos (PDG), oídio (OD), ferrugem da folha (FF) e manha de folha (MF).

Fontes de variação	QM											
	GL	NAF	NEE	TAE	NGE	MGE	MMG	PH	PDG	OD	FF	MF
Bloco	3	275,49	2,00	0,05	1,39	0,004	0,06	1,18	188.648,32	0,11	0,45	0,17
Tratamento	8	7.479,2*	0,95 ^{ns}	0,03 ^{ns}	6,76*	0,025*	2,74*	6,44*	751.097,53*	0,84*	30,89*	0,71*
Erro	24	675,85	0,53	0,02	0,79	0,001	0,28	0,83	39.006,91	0,17	0,96	0,21
Total	35											
CV (%)		4,55	4,84	1,85	2,29	2,87	1,95	1,19	4,48	6,37	16,42	18,63

GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação. *valores significativos para teste F a 5% de probabilidade de erro; ^{ns}: não significativo.

Fonte: elaborado pelos autores.

Para a característica NGE, destacou-se o tratamento 4 com a maior média (41,47). Quando se utilizou 3 aplicações de Reforce® no qual tem por ingrediente ativo, o fosfato de potássio. Segundo Fenn e Coffey (1989), os efeitos positivos do fosfato de potássio na indução de resistência, podem ser comparados ao efeito do fosetyl-Al, pois o modo de ação de ambos é similar. O fosetyl-Al é registrado no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento como um fungicida sistêmico. O resultado positivo deste produto diminuindo a severidade de doenças e o abortamento de flores, pode ser a explicação para o maior NGE.

O tratamento 8 mostrou-se superior para a característica MGE (1,33 g). O resultado pode ser explicado pelos efeitos positivos do cobre + cálcio, que quando aplicados nas plantas fornecem melhor nutrição e proteção contra o ataque de patógenos. A resistência nos tecidos é aumentada quando por possuir substâncias pécticas e de cálcio, admite-se que o cálcio inibe a atividade de alguns fungos e promove uma maior proteção das células do hospedeiro, reduzindo a ligação eletrolítica induzida pelo patógeno (Zambolim; Ventura 1996). Ainda segundo Zambolim e Ventura (1996), o efeito do cobre associado ao cálcio pode trazer diversos benefícios, pois proporciona melhor resistência e tem efeito positivo no controle de alguns fungos.

Ainda o tratamento 8 apresentou maior MMG, junto do tratamento 6. A MMG é uma característica importante, pois grãos maiores são indicativos de maior quantidade de reserva armazenada, o que é importante para alcançar elevadas produtividades e maior rendimento na indústria moageira. A severidade de doenças, é um fator que afeta negativamente o enchimento, e por consequência a massa dos grãos.

O peso do hectolitro (PH) serve como indicativo da qualidade e sanidade do grão de trigo, sendo influenciado pela uniformidade dos grãos, bem como da forma, densidade e tamanho, além das matérias estranhas e dos grãos quebrados contidos

na amostra (Miranda *et al.*, 2009). Para esta característica, nota-se que novamente os tratamentos 6 e 8 se destacaram com as maiores médias, 77,7 e 78,31 respectivamente. Porém, apenas o tratamento 8 atende as exigências da Instrução Normativa que Regulamenta a Identidade e Qualidade do Trigo para comercialização como um trigo de qualidade (tipo 1) atingindo o limite mínimo definido que é de PH 78, corrigido para 13% de umidade e com o máximo de 1% de impureza (MAPA, 2001). Ainda, trigos que apresentam PH inferiores a 78, são menos remunerados no momento da comercialização.

Os resultados de PDG evidenciam o destaque dos tratamentos 6 e 8, os quais apresentaram as maiores produtividades, 4.835,25 e 4.959,25 kg ha⁻¹ respectivamente. Cabe ressaltar que apesar de não diferir estatisticamente para todos os tratamentos, aqueles que receberam 3 aplicações do indutor de resistência testado, foram sempre mais produtivos quando comparado com somente 2 aplicações. Quando analisamos o tratamento 9, (testemunha) verificamos que este sempre está presente em grupos com as menores médias para todas as características estudadas, demonstrando que as aplicações de indutores proporcionaram uma resposta positiva e que este resultado pode estar atrelado a maior severidade de doenças que promoveram perdas. Barcellos e Ignaczak (1978) relatam que a porcentagem de perdas por ataque de doenças em situações onde o controle não é realizado ou não é realizado corretamente, pode atingir patamares de até 50% no rendimento de grãos necessitando assim, técnicas de manejo buscando minimizar os efeitos negativos das doenças.

Tabela 4 - Média para as características número de afilhos (NAF), número de espiguetas por espiga (NEE), número de grãos da espiga (NGE), massa de grãos da espiga (MGE) e peso hectolitro (PH), produtividade de grãos (PDG).

Tratamentos	NAF m ²	NGE número	MGE gramas	MMG gramas	PH kg hl ⁻¹	PDG kg ha ⁻¹
1	574,88 b	38,72 c	1,19 c	25,49 c	76,11 b	4.192,50 b
2	590,44 a	40,14 b	1,25 b	27,05 b	76,85 b	4.581,75 b
3	552,94 b	39,00 c	1,20 c	26,73 b	76,46 b	4.398,50 b
4	595,43 a	41,47 a	1,27 b	26,79 b	76,26 b	4.418,75 b
5	584,56 a	37,55 d	1,20 c	27,24 b	75,71 b	4.276,00 b
6	604,28 a	39,45 b	1,26 b	27,84 a	77,77 a	4.835,25 a
7	546,32 b	37,60 d	1,26 b	27,24 b	76,12 b	4.527,75 b
8	619,85 a	38,91 c	1,33 a	28,18 a	78,31 a	4.959,25 a
9	474,26 c	37,65 d	1,05 d	26,07 c	73,85 c	3.455,50 c

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de agrupamento de médias de Scott e Knott, a 5% de probabilidade de erro. Tratamento 1 (2 aplicações de Acadin®), 2 (3 aplicações de Acadin®), 3 (2 aplicações de Reforce®), 4 (3 aplicações de Reforce®), 5 (2 aplicações de Phyto Dunger®), 6 (3 aplicações de Phyto Dunger®), 7 (2 aplicações de Supa Cobre®), 8 (3 aplicações de Supa Cobre®) e 9 (Testemunha).

Fonte: elaborado pelos autores.

Na tabela 5, observa-se as médias para as avaliações da severidade de oídio (OD), ferrugem da folha (FF) e mancha foliar (MF). Para o OD, os tratamentos não diferiram entre si, mas apresentaram menor severidade de oídio quando comparado com a testemunha. Chain *et al.* (2009), também obtiveram redução na severidade de oídio em trigo, utilizando indutor de resistência a base de silício.

Para FF, as menores severidades foram observadas quando utilizados os tratamentos 2, 3 e 4. Quando comparados com a testemunha, observa-se uma redução aproximada de 9% de severidade com o uso de indutores de resistência. Em condições favoráveis para a epidemiologia da doença, o uso isolado de indutores de resistência pode não ser suficiente para o controle, justificando a adição de fungicidas.

Quanto a severidade de MF, se verifica que os indutores e suas doses não diferiram estatisticamente entre si, mas foram menores que a testemunha, indicando efeito benéfico dos tratamentos utilizados. Os resultados obtidos, estão alinhados com outros estudos que identificaram redução na severidade de algumas doenças em trigo, utilizando os mais diversos indutores de resistência, para oídio (Chain *et al.*, 2009), para giberela (Makamdar *et al.*, 2010) e para brusone (Cruz *et al.*, 2011).

A severidade de OD, FF e MF na cultura durante o período de cultivo foi relativamente baixa, porém atingiu o Limite de Dano Econômico (LDE), justificando o uso de medidas adicionais de controle. Porém, ainda existem poucos estudos na literatura que tratam da eficiência de controle da mistura de indutores de resistência com fungicidas, em uma mesma aplicação e de possíveis problemas de incompatibilidade.

Tabela 5 - Média para as características, ferrugem da folha (FF), oídio (OD) e mancha foliar (MF).

Tratamentos	OD nota 0-9	FF %	MF nota 0-9
1	2,39 b	14,59 c	2,47 b
2	2,42 b	13,61 d	2,52 b
3	2,67 b	12,72 d	2,26 b
4	2,22 b	12,91 d	2,22 b
5	2,53 b	14,79 c	2,40 b
6	2,11 b	14,93 c	2,26 b
7	2,52 b	17,08 b	2,28 b
8	2,15 b	15,93 b	2,11 b
9	3,63 a	21,79 a	3,52 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de agrupamento de médias de Scott e Knott, a 5% de probabilidade de erro. Tratamento 1 (2 aplicações de Acadin®), 2 (3 aplicações de Acadin®), 3 (2 aplicações de Reforce®), 4 (3 aplicações de Reforce®), 5 (2 aplicações de Phyto Dunger®), 6 (3 aplicações de Phyto Dunger®), 7 (2 aplicações de Supa Cobre®), 8 (3 aplicações de Supa Cobre®) e 9 (Testemunha).

Fonte: elaborado pelos autores.

Buscando entender com mais clareza os resultados obtidos para cada característica, foram determinados os coeficientes de correlações fenotípicas entre as características estudadas, objetivando, verificar possíveis associações e avaliar o grau dessas associações (Tabela 6). Segundo Dancey e Reidy (2006), no momento da interpretação dos valores de correlação busca-se diferenciar em categorias onde, 0,10 a 0,30 correlação fraca, 0,40 a 0,6 moderado e por fim valores que variam de 0,7 a 1,0 tem uma correlação forte.

O NAF apresentou correlações forte e positivas com MGE, PH e PDG (0,87, 0,88 e 0,88) esse resultado segundo Valério *et al.* (2008) é esperado, devido que o número de afilhos está diretamente relacionado ao número de espigas e indiretamente aos componentes do rendimento, número de grãos por espiga e massa de grãos. Ainda analisando o NAF, este demonstrou correlação forte e negativa com os fatores

atrelados a organismos vivos, tais como fungos onde FF, OD e MF (-0,74, -0,96 e -0,85). Isso indica, que a severidade desses patógenos contribui para a redução de afilhos por unidade de área, impactando negativamente na produtividade.

A característica NEE apresentou correlação forte e positiva com NGE (0,72), assim como a característica MGE apresentou uma série de correlações fortes com os fatores relacionados ao rendimento (MMG, PH, PDG), resultado este, que é semelhante ao encontrado por Bhutta *et al.* (2005), o qual buscou identificar as causas e efeitos dos componentes de rendimento, apontando assim que grande totalidade do valor de correlação deve-se ao efeito direto entre essas características. A MGE ainda apresentou uma correlação negativa forte com o OD e o MF, o que explica que uma baixa massa de grãos da espiga é consequência do ataque desses patógenos. Verificou-se também correlações altas e negativas também para o PH e PDG com OD e MF. Este resultado, assim como para MGE, pode estar associado com a diminuição do índice de assimilação foliar que afeta negativamente os componentes de produção de grãos e a qualidade dos mesmos (Samobor *et al.*, 2005).

Tabela 6 - Coeficientes de correlação de Pearson, para as características número de afilhos (NAF), número de espiguetas por espiga (NEE), tamanho da espiga (TAE), número de grãos da espiga (NGE), massa de grãos da espiga (MGE), massa de mil grãos (MMG), peso hectolitro (PH), produtividade de grãos (PDG), ferrugem da folha (FF), oídio (OD) e mancha foliar (MF).

Características	NEE	TAE	NGE	MGE	MMG	PH	PDG	FF	OD	MF
NAF	0,20	-0,45	0,53	0,87**	0,59	0,88**	0,88**	-0,74*	-0,96**	-0,85**
NEE		0,43	0,72*	0,29	-0,28	0,18	0,15	-0,54	-0,24	-0,28
TAE			0,01	-0,33	-0,31	-0,37	-0,32	-0,17	0,42	0,13
NGE				0,47	0,09	0,42	0,38	-0,63	-0,52	-0,38
MGE					0,71*	0,90**	0,95**	-0,60	-0,91**	-0,90**
MMG						0,71*	0,78*	-0,17	-0,53	-0,55
PH							0,97	-0,58	-0,87**	-0,82**
PDG								-0,61	-0,90**	-0,89**
FF									0,76*	0,79*
OD										0,92**
MF										

* e ** significativo a 5 % e 1 % de probabilidade de erro, segundo teste t

Fonte: elaborado pelos autores.

As doenças FF, OD, e MF apresentaram uma correlação forte positiva entre si, demonstrando que a associação de patógenos simultaneamente em uma planta, tem um potencial sinérgico, causando danos e perdas quantitativas e qualitativas. Como aponta Tonin *et al.* (2013), além de condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento de patógenos, associados a suscetibilidade das cultivares e a práticas de manejo realizadas de forma errônea, as perdas se tornam maiores quando mais doenças atacam simultaneamente a planta.

5 CONCLUSÕES

Para os componentes da produtividade o tratamento 6 e 8 apresentaram-se superiores para massa de mil grãos, peso hectolitro e produtividade de grãos, sendo que o tratamento 8 ainda se destacou com maior número de afilhos e massa de grãos da espiga.

Comparando-se o indutor com o número de aplicações, os tratamentos com 3 aplicações foram superiores quando comparados com 2 aplicações.

Os tratamentos 2, 3 e 4 foram mais eficientes na redução da severidade de ferrugem da folha. Para oídio e mancha foliar, os tratamentos não diferiram entre si, mas apresentaram menor severidade quando comparados com a testemunhas, sem aplicação de indutores.

Os componentes de produtividade número de afilhos e massa de grãos da espiga, além das características peso hectolitro e produtividade de grãos apresentam correlação forte e negativa com as doenças oídio e mancha foliar.

REFERÊNCIAS

ABITRIGO - Associação Brasileira das Indústrias de Trigo. **Sobre o trigo.** Disponível em: <http://www. http://> <http://www.abitrido.com.br/?mpg=02.01.00>. Acesso: 27/03/2020, 2020.

AKABARI, V. Genetic Analysis of Grain Yield, Its Components and Quality Parameters in Durum Wheat (*Triticum durum* desf.) Over Environments. **Internacional Journal of Pure & Applied Bioscience**, v.6, p.523-532, 2018.

ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas.** Edgard Blücher Ltda: São Paulo, 1971. 485 p.

ALVARES, A. C.; ALCARDE, C.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; DE MORAES, J.L.G.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

ALVES, G.C.S.; SANTOS, L.C.; DUARTE, H.S.S.; DIAS, V.; ZAMBOLIM, L.; ROCHA, M.R. Escala diagramática para quantificação da ferrugem da folha do trigo. **Multi-Science Journal**, v.1, n.1, p.128-133, 2015.

BARCELLOS, A. L.; IGNACZAC, J.C. **Efeito da ferrugem da folha em diferentes estágios de desenvolvimento do trigo.** In: Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo, 10. Solos e Técnicas Culturais, Economia e Sanidade. Passo Fundo: Embrapa, p.212-219, 1978.

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

BHUTTA, W.M.; AKHTAR, J.; ANWAR-UL-HAQ, I.M. Cause and effect relations of yield components in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) under normal conditions. **Caderno de Pesquisa: Série Biologia**, v.17, p.7-12, 2005.

BONALDO, S. M., PASCHOLATI, S. F., ROMEIRO, R. S. **Indução de resistência: noções básicas e perspectivas.** In: Cavalcanti, L.S. et al. eds. Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos. Piracicaba: FEALQ, 2005. p.11-28.

CHAIN, F.; CÔTÉ-BEAULIEU, C.; BELZILE, F.; MENZIES, J.G.; BÉLANGER, R.R. A comprehensive transcriptomic analysis of the effect of silicon on wheat plants under control and pathogen stress conditions. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v.22, p.1322-1330, 2009.

CRUZ, C.D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

CRUZ, M.F.A. Aplicação foliar de produtos na redução da severidade da brusone do trigo. **Tropical Plant Pathology**, v.36, n.6, p.424-428, 2011.

CRUZ, P.L.; CARVALHO, F.I.F.; SILVA, S.A.; KUREK, A.J.; BARBIERI, R.L.; CARGNIN, A. Influência do acamamento sobre o rendimento de grãos e outros caracteres em trigo. **Revista Brasileira de Agrociências**, v.9, n.1, p.05-08, 2003.

RCBPP - Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. **Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2019**. Brasília: Embrapa, 2018. 240p.

DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 608p.

DAVIDSON, D.J.; CHEVALIER, P.M. Preanthesis tiller mortality in spring wheat. **Crop Science**, v.30, p.832-836, 1990.

DIAS, G.B.; RANGEL, T.B.A. Indução de resistência em plantas: o papel do óxido nítrico. **Revista Capixaba de Ciência e Tecnologia**, v.1, n.3, p.1-8, 2007.

DONG, L.; HUO, N.; WANG, Y.; DEAL, K.; LUO, M.C.; WANG, D.; ANDERSON, O.D.; GU, Y.Q. Exploring the diploid wheat ancestral A genome through sequence comparison at the high-molecular-weight glutenin locus region. **Molecular Genetics Genomics**, v.287, n.11-12, p.855-866, 2012.

FENN, M.E.; COFFEY, M.D. Quantification of phosphonate and ethyl phosphate in tobacco and tomato tissues and significance for the mode of action of two phosphonate fungicides. **Phytopathology**, v.79, n.1, p.76-82, 1989.

FINGER, G.; HECKLER, L.I.; SIILVA, G.B.P.; CHAVES, M.S.; MARTINELLI, J.A. Mecanismos de defesa do trigo contra a ferrugem da folha por genes e proteínas. **Summa Phytopathologica**, v.43, n.4, p.354-358, 2017.

FRANCESCHI, L.; BENIN, G.; GUARIENTI, E.; MARCHIORO, V.S.; MARTIN, T.N. Fatores pré-colheita que afetam a qualidade tecnológica de trigo. **Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1625-1632, 2009.

GOMES, E.C.S.; LEITE, R.P.; SILVA, F.J.A.; CAVALCANTI, L.S.; NASCIMENTO, L.C.; SILVA, S.M. Manejo do míldio e ferrugem em videira com indutores de resistência: produtividade e qualidade pós-colheita. **Tropical Plant Pathology**, v.36, n.5, p.332-335, 2011.

GORLACH, J.; VOLRATH, S.; KNAUF-BEITER, G.; HENGY, G.; BECKHOVE, U.; KOGEL, K.H.; OOSTENDORP, M.; STAUB, T.; WARD, E.; KESSMANN, H.; RYALS, J. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat. **The Plant Cell**, v.8, p.629-643, 1996.

HEATH, M. C. Nonhost resistance and nonspecific plant defenses. **Current Opinion in Plant Biology**, v.3, p.315-319, 2000.

KUSHALAPPA, A.C.; GUNNAIAH, R. Metabolo-proteomics to discover plant biotic stress resistance genes. **Trends in Plant Science**, v.18, p.522- 531, 2013.

MAKANDAR, R.; NALAM, V.; CHATURVEDI, R.; JEANNOTTE, R.; SPARKS, A.A.; SHAH, J. Involvement of salicylate and jasmonate signaling pathways in *Arabidopsis* interaction with *Fusarium graminearum*. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v.23, p.861-870, 2010.

MANDAL, K.M.; PANDEY, D.; PURWAR, S.; SINGH U.S.; KUMAR, A. Influence of jasmonic acid as potential activator of induced resistance against Karnal bunt in developing spikes of wheat. **Journal of Bioscience**, v.31, p.607-616, 2006.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa SARC Nº 7, de 15 de agosto de 2001**. Disponível em: <http://www.codapar.pr.gov.br>. Acesso: 03/09/2020, 2001.

MIRANDA, M. Z.; MORI, C.; LORINI, I. **Qualidade comercial do trigo brasileiro: safra 2006**. Passo Fundo: Embrapa, 2009. 95p.

OSÓRIO, E. A. **A cultura do trigo**. São Paulo: Globo Rural, 1992. 218p.

PEREIRA, V.F.; RESENDE, M.L.V.; MONTEIRO, A.C.A; RIBEIRO JÚNIOR, P.M.; REGINA, M.A.; MEDEIROS, F.C.L. Produtos alternativos na proteção da videira contra o míldio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.1, p.25-31, 2010.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477p.

PINOSA, F.; BUHOT, N.; KWAAITAAL, M.; FAHLBERG, P.; THORDAL-CHRISTENSEN, H. ELLERSTROM, M.; ANDERSSON, M.X. *Arabidopsis* phospholipase D6 is involved in basal defense and nonhost resistance to powdery mildew fungi. **Plant Physiology**, v.163, p.896-906, 2013.

REINA-PINTO, J. J.; YEPHREMOV, A. Surface lipids and plant defenses. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.47, p.540-549, 2009.

REIS, E. M.; CASA, R. T. **Doenças dos cereais de inverno: diagnose, patometria e controle de doenças de cereais de inverno**. Lages: Graphel, 2007. 176p.

REIS, E.M.; SILVA, C.E.L.; CASA, R.T.; MEDEIROS, C.A. Decomposição dos restos culturais do trigo e sobrevivência saprofítica de *Bipolaris sorokiniana*. **Fitopatologia Brasileira**, v.23, p.62-64, 1998.

RESENDE, M.L.V.; NOJOSA, G.B.A.; AGUILAR, M.A.G.; SILVA, L.H.C.P.; NIELLA, G.R.; CARVALHO, G.A.; GIOVANINI, G.R.; CASTRO, R.M. Perspectivas da indução de resistência em cacaueiro contra *Crinipellis perniciosa* através do benzoatiazole (BTH). **Fitopatologia Brasileira**, v.25, p.149-156, 2000.

RIBEIRO JUNIOR, P.M.; RESENDE, M.L.V.; PEREIRA, R.B.; CAVALCANTI, F.R.; AMARAL, D.R.; PÁDUA, M.A. Fosfato de potássio na indução de resistência a *Verticillium dahliae* Kleb., em mudas de cacaueiro (*Theobroma cacao* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.4, p.629-636, 2006.

SAMOBOR, V., VUKOBRATOVIC, M., JOST, M. Utjecaj napada pepelnice (*Erysiphe graminis* d.c. F.sp. *Tritici marchal*) na urod i fizikalne pokazatelje kakvoće zrna pšenice (*Triticum aestivum* ssp. *Vulgare*). **Poljoprivreda Agriculture**, v.11. p.30-37. 2005.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SCHEEREN, Pedro Luiz; BORÉM, Aluizio. **Trigo do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015. 260p.

SEIDEL, G.; WESP-GUTERRES, C.; MORO, L.L.; GRAMINHO, L.A. **Adição de indutor de resistência para controle da ferrugem asiática da soja e seu reflexo na manutenção da produtividade**. In: XXIII Seminário Interinstitucional de Pesquisa e Extensão. Cruz Alta, 2018 p.1-4.

SILVA, J.A.G.; CARVALHO, F.I.F.; HARTWIG, I.; CAETANO, V.R.; I BERTAN, I.; MAIA, L.C.; SCHIMIDT, D.A.M.; FINATTO, T.; VALÉRIO, I.P. Distância morfológica entre genótipos de trigo com ausência e presença do caráter "stay-green". **Ciência Rural**, v.37, n.5, p.1261-1267, 2007.

SILVEIRA, M.M.; DITTGEN, C.L.; BATISTA, C.S.; BIDUSKI, B.; GUTKOSKI, L.C.; VANIER, N.L. Discrimination of the quality of Brazilian wheat genotypes and their use as whole-grains in human nutrition. **Food Chemistry**, v.312, art.126074, 2019.

SMILLIE, R.; GRANT, B. R.; GUEST, D. The mode of action of phosphite: evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora* spp in plants. **Phytopathology**, v.79, n.9, p.921-926, 1989.

STOLTE, R.E. **Sensibilidade de *Bipolaris sorokiniana* e de *Drechslera tritici repens* a fungicidas in vitro**. 2006. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo/RS, 2006.

TONIN, R.F.B. **Ocorrência de fungos em manchas foliares de trigo e sensibilidade de *Drechslera tritici-repentis* e *D. siccans* a fungicidas in vitro**. 2012. 180 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo/RS, 2012.

TONIN, R.F.B.; REIS, E.M.; DANELLI, A.L.D. Etiologia e quantificação dos agentes causais de manchas foliares na cultura do trigo nas safras 2008 a 2011. **Summa Phytopathology**, v.39, n.2, p.102-109, 2013.

VALERIO, I.P.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; MACHADO, A.A.; BENIN, G.; SCHEEREN, P.L.; SOUZA, V.Q.; HARTWIG, I. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.3, p.319-326, 2008.

XAVIER, S.A.; CANTERI, M.G.; BARROS, D.C.M.; GODOY, C.V. Sensitivity of *Corynespora cassiicola* from soybean to carbendazim and prothioconazole. **Tropical Plant Pathology**, v.38, n.5, p.431-435, 2013.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A. **Resistência a doenças induzidas pela nutrição das plantas**. Piracicaba: POTAPOS (Encarte Técnico. Informações Agronômicas, 75). 1996. 16 p.

ZANATTA, T. P. **Características de isolados de *Sclerotinia Sclerotiorum* e manejo do mofo-branco e nematoides-das-galhas utilizando indutores de resistência na cultura da soja**. 2019. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen/RS, 2019.