

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

Onáassis Deivis Schlösser

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO
ASSOCIADO AO USO DE FUNGICIDA EM ANOS DE LA NIÑA**

Santa Maria, RS
2023

Onáassis Deivis Schlösser

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO
ASSOCIADO AO USO DE FUNGICIDA EM ANOS DE LA NIÑA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**.

Orientador: Prof. Dr. Diego Nicolau Follmann

Santa Maria, RS
2023

Schlösser, Onássis
DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO ASSOCIADO
AO USO DE FUNGICIDA EM ANOS DE LA NIÑA / Onássis
Schlösser.- 2023.
49 p.; 30 cm

Orientador: Diego Follmann
Coorientadores: Sidinei Lopes, Ivan Maldaner
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Agronomia, RS, 2023

1. Zea mays L. 2. La Niña 3. Déficit hídrico 4.
Escalas diagramáticas 5. Uso de fungicida preventivo
I. Follmann, Diego II. Lopes, Sidinei III. Maldaner,
Ivan IV. Título.

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

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

Onáassis Deivis Schlösser

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO ASSOCIADO AO USO
DE FUNGICIDA EM ANOS DE LA NIÑA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

Aprovado em 9 de Fevereiro de 2023

Diego Nicolau Follmann, Dr. (UFSM)
(Presidente/ Orientador)

Sidinei Jose Lopes, Dr. (UFSM)
(Coorientador)

Eduardo Anibele Streck, Dr. (IFFar-SVS)
(Examinador)

Ivan Carlos Maldaner, Dr. (Politécnico/UFSM)
(Examinador)

Santa Maria, RS
2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por sempre estar guiando e iluminando meu caminho, me dando forças para não desanimar e seguir em frente sempre.

A meus pais Alencar e Claudete por todo o amor, suporte e dedicação na minha criação. Sou e serei grato a vocês por toda a vida.

A minha Irmã Oendy, pelo apoio, motivação, conselhos e paciência nas avaliações do experimento.

À Thaís da Silva Moreira, pelo companheirismo, apoio, motivação, conselhos, paciência, amor e ajuda nas avaliações.

Agradeço imensamente ao orientador, Professor Diego Nicolau Follmann, pela oportunidade de crescimento profissional, pela confiança, pelos ensinamentos, orientações, contribuições, atenção, paciência, disponibilidade, críticas e amizade ao longo do tempo de convivência.

À todos os colegas e amigos do Grupo de Pesquisa em Ecofisiologia e Manejo de Culturas Anuais (GEMCA) pela orientação, pelo auxílio ao longo do experimento, por ajudar a viabilizar a realização deste trabalho, sugestões, disponibilidade e atenção.

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), pela oportunidade de aperfeiçoamento profissional através do mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Instituto Federal Farroupilha Campus São Vicente do Sul, pelo espaço e ensinamentos. E por ajudar a viabilizar a realização deste trabalho, disponibilidade e atenção dos professores e aos acadêmicos pelo auxílio nas atividades deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos pelo apoio, conselhos e motivações e por acreditaram em mim e no meu potencial, tornando possível esse momento.

Muito Obrigado!

RESUMO

DESEMPENHO AGRÔNOMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO ASSOCIADO AO USO DE FUNGICIDA EM ANOS DE LA NIÑA

AUTOR: Onáassis Deivis Schlösser
ORIENTADOR: Diego Nicolau Follmann

O milho (*Zea mays* L.) é o grão mais produzido do mundo. Com a intensificação dos manejos e aumento da área de cultivo é frequente a necessidade do uso de fungicidas preventivo nos cultivos de milho. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de híbridos de milho, associado ao uso de fungicida preventivo e mensuração da severidade de helmintosporiose, por escala diagramática, em ambientes subtropicais no sul do Brasil em anos do fenômeno La Niña. O presente estudo foi conduzido nas safras 2020/2021 e 2021/2022 no município de Santa Maria - RS (SM1 e SM2) e em 2021/2022 em São Vicente do Sul - RS (SVS). O delineamento utilizado foi fatorial 2 x 8, os tratamentos foram constituídos por oito híbridos de milho com aplicação e sem aplicação de fungicida. A adubação foi realizada com o auxílio de uma semeadora de cinco linhas, em espaçamento de 0,5m, a semeadura foi realizada manualmente, com densidade ajustada para 70000 plantas ha⁻¹. A resistência genética dos híbridos e baixa pressão de inóculo de fungos na área de cultivo, associado ao fenômeno La Niña que proporcionou baixos volumes de precipitações e a baixa umidade do ar durante o ciclo da cultura, proporcionam menor número de horas de molhamento foliar a cultura. Consequentemente, estes fatores foram desfavoráveis para o desenvolvimento de doenças foliares, havendo baixa incidência e severidade de doença na cultura do milho. O manejo de fungicidas em híbridos de milho, visando incremento significativo de produtividade de grãos, deve ser recomendada com cautela, principalmente se houver baixa expectativa de produtividade de grãos em anos com baixas precipitações hídricas. As avaliações de severidade de helmintosporiose são essenciais para quantificação da doença, onde independente do método digital ou por escala diagramática, que resulta em melhor acurácia e precisão nas estimativas realizadas, sendo essas ferramentas de fácil e rápida utilização, que pode ser adotada para auxiliar na avaliação da severidade da helmintosporiose na cultura do milho.

Palavras-chave: *Zea mays* L.. La Niña. Déficit hídrico. Escalas diagramáticas. Uso de fungicida preventivo.

ABSTRACT

AGRONOMIC PERFORMANCE OF CORN HYBRIDS ASSOCIATED WITH THE USE OF FUNGICIDE IN NIÑA YEARS

AUTHOR: Onássis Deivis Schlösser

ADVISOR: Diego Nicolau Follmann

Corn (*Zea mays* L.) is the most produced grain in the world. With the intensification of management and the increase in the cultivation area, the need for the use of preventive fungicides in maize crops is frequent. In this sense, the objective of this work was to evaluate the agronomic performance of corn hybrids, associated with the use of preventive fungicide and measurement of helminthosporiose severity, by diagrammatic scale, in subtropical environments in southern Brazil in years of the La Niña phenomenon. The present study was conducted in the 2020/2021 and 2021/2022 harvests in the municipality of Santa Maria - RS (SM1 and SM2) and in 2021/2022 in São Vicente do Sul - RS (SVS). The design used was a 2 x 8 factorial, the treatments consisted of eight corn hybrids with and without application of fungicide. Fertilization was carried out with the aid of a five-line seeder, spaced 0.5m apart. Sowing was carried out manually, with density adjusted to 70,000 plants ha⁻¹. The genetic resistance of the hybrids and the low pressure of fungal inoculum in the cultivation area, associated with the La Niña phenomenon that provided low volumes of precipitation and low air humidity during the crop cycle, provide fewer hours of leaf wetness for the crop. Consequently, these factors were unfavorable for the development of foliar diseases, with low incidence and severity of disease in corn. The management of fungicides in corn hybrids, aiming at a significant increase in grain yield, should be recommended with caution, especially if there is low expectation of grain yield in years with low rainfall. Helminthosporiose severity assessments are essential for disease quantification, where regardless of the digital method or diagrammatic scale, which results in better accuracy and precision in the estimates made, these tools being easy and quick to use, which can be adopted to assist in the evaluation of helminthosporiosis severity in maize.

Keywords: *Zea mays* L.. La Niña. Water deficit. Diagrammatic scales. Use of preventive fungicide.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 AMBIENTE DE BAIXA ALTITUDE.....	10
2.2 FENÔMENO ENOS.....	11
2.3 HÍBRIDOS DE MILHO.....	12
2.4 RESISTÊNCIA GENÉTICA DO MILHO À DOENÇAS.....	12
2.5 USO DE FUNGICIDAS EM MILHO.....	13
3. ARTIGO 1.....	14
3.1 USO PREVENTIVO DE FÚNGICA EM HÍBRIDOS DE MILHO, COM A PRESENÇA DO FENÔMENO LA NINÃ.....	14
3.1.1 Introdução.....	15
3.1.2 Material e Métodos.....	16
3.1.3 Resultados e discussão.....	18
3.1.4 Conclusões.....	29
3.1.5 Referências.....	29
4. ARTIGO 2.....	31
4.1 AVALIAÇÃO DIGITAL DE HELMINTOSPORIOSE NA CULTURA DO MILHO, EM AMBIENTE SUBTROPICAL NO BRASIL.....	31
4.1.1 Introdução.....	32
4.1.2 Material e Métodos.....	34
4.1.3 Resultados e discussão.....	37
4.1.4 Conclusões.....	45
4.1.5 Referências.....	45
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
6. REFERÊNCIAS.....	48

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) têm grande importância para a agricultura brasileira e mundial, o cereal é destinado à alimentação humana e alimentação animal, sendo considerado um importante alimento energético das rações. Além da produção, é importante considerar a presença de micotoxinas, causadas por fungos, que podem inutilizar os grãos para a alimentação humana e animal.

A produção total esperada para safra 2022/23 é de 125,5 milhões de toneladas. Na primeira safra, a área deve reduzir, com variação negativa de 0,6%, já que os grãos competem em área de cultivo com outras culturas, com a cultura da soja. Mas com a provável recuperação da produção, a produção pode chegar a 28,98 milhões de toneladas após a escassez de água nas principais áreas de produção para a temporada 2021/22. Tanto a área quanto a produtividade devem aumentar na segunda safra do grão, o que pode resultar em uma colheita de 94,53 milhões de toneladas, um aumento de 8,2% em relação à safra 2021/22 (CONAB, 2022).

A produtividade do milho pode ser influenciada por diversos fatores, tais como: disponibilidade hídrica, fertilidade do solo, sistema de cultivo, potencial produtivo do híbrido e manejo de plantas daninhas, pragas e doenças. Sendo assim, a crescente produção, a possibilidade de cultivo sucessivo, a presença de clima favorável são alguns dos fatores que contribuem para doenças em milho (CASA, 2006; BORTH, 2021).

Os patógenos estão em constante adaptação e o tamanho da população está diretamente relacionado ao potencial de transformação gênica do fungo (MCDONALD; LINDE, 2002). Segundo o mesmo autor, esse fato ocasiona a ruptura da resistência genética das plantas, nesse sentido, um híbrido considerado tolerante a determinada doença pode perder essa tolerância em pouco tempo devido às transformações genéticas dos fungos.

Nos últimos anos, a preocupação com o controle de doenças, que atacam no período de final de ciclo, com a utilização de fungicidas químicos sintéticos em aplicações foliares, tem aumentado (MOTERLE; DOS SANTOS, 2019). De acordo com Cota et al. (2018), em seu trabalho observaram uma tendência de uso dos produtores de pelo menos dois princípios ativos de fungicidas em cada aplicação na cultura do milho, sendo que 69,8% dos agricultores utilizam desta técnica e apenas 19,5% fazem uso da mistura de três moléculas.

De acordo com Silva et al. (2021) as aplicações de fungicida deverão proporcionar maior cobertura das folhas posicionadas no terço médio e superior das plantas, visto que estas são as que apresentam maior influência na determinação da produtividade de grãos nesta cultura. A prática do manejo preventivo de doenças é amplamente utilizada nas lavouras de milho devido

à dificuldade de acesso a tecnologias como aviação agrícola para a pulverização, a prática de manejo preventivo de doenças é muito utilizada na cultura do milho, devido a dificuldades no controle de doenças com pulverizador de arrasto em período reprodutivo.

Uso de fungicidas na maioria das culturas para prevenir epidemias de doenças fúngicas em lavouras de milho também limitam a mecanização agrícola para a aplicação de fungicida. Durante o estágio de florescimento (pendoamento) e estágio de enchimento de grãos, a cultura pode possuir plantas com altura superior a 2 m, não sendo possível o uso de pulverizadores terrestres, pelo que é possível apenas aplicações aéreas, o que ainda não é uma realidade para a maioria das propriedades que cultivam milho no sul do Brasil (BOLZAN, 2022).

De acordo com Duarte et al. (2009), o uso de fungicidas do grupo dos triazóis e suas misturas com estrobilurinas em sistemas de produção de média e alta tecnologia tem sido uma ferramenta importante na exploração do potencial produtivo de alguns híbridos e tem demonstrado ser uma prática economicamente viável. De acordo com (MOTERLE; DOS SANTOS, 2019) em seu trabalho concluiu que as aplicações do fungicida em Pré-Florescimento e V8+ Pré-Florescimento reduziram a severidade de Cercosporiose e Helminthosporiose na cultura do milho de segunda safra. A maior produtividade de grãos da cultura do milho, foi obtida quando das aplicações de fungicida em V8 + Pré-Florescimento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AMBIENTE DE BAIXA ALTITUDE

O ambiente de baixa altitude possui características diferentes em comparação com outros ambientes. De acordo com Körner (2007), existem mudanças atmosféricas associadas à baixa altitude quando comparadas a ambientes de alta altitude, como o aumento da temperatura do ar, que implica sobre a umidade do ambiente. Bem como menor radiação solar sob céu sem nebulosidade.

Existe uma relação direta entre altitude e temperatura é importante para regiões tropicais e subtropicais onde a diferença de altitude é de centenas de metros e provoca mudanças perceptíveis no clima, bem como nas aptidões para diferentes sistemas de uso da terra (FRITZSONS; MANTOVANI; WREGGE, 2016; SANTOS, 2022). Onde a temperatura do ar

normalmente diminui com a altitude a uma taxa de aproximadamente 1°C para cada 100 m. A altitude é o parâmetro que apresenta maior influência sobre a temperatura, seguido respectivamente da latitude e longitude. (FRITZSONS; MANTOVANI; WREGGE, 2016).

Ambientes com menor altitude, proporcionam noites com temperatura médias mais altas e maior gasto de energia para planta pelo processo de respiração (TAIZ et al. 2017). Neste contexto a localização dos experimentos representam as condições climáticas presentes na metade sul do estado, com ambientes de cultivo que apresentam limitações na qualidade dos solos e com menor altitude.

Os principais híbridos de milho comerciais encontrados no mercado são correlacionados com aptidão para alta produção de grãos quando cultivados em altitudes ótimas entre 500m a 1300m, altitudes abaixo de 300m e acima de 1300m a aptidão para produção de grãos se torna de média a baixa (BERNINI et al. 2020).

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) realizado pelo Ministério da Agricultura que considera o histórico pluviométrico, tem o objetivo de reduzir os riscos relacionados aos problemas climáticos e permite identificar a melhor época para a semeadura, considerando a região do país, a cultura e os diferentes tipos de solos e o ciclo do híbrido para identificar três classes de risco para plantio (20, 30 e 40%) (MAPA, 2021), com isso a definição da época de semeadura mais adequada por meio de modelos preditivos de produtividade do milho não tem sido suficiente para evitar baixas produtividades e perdas de safras na região.

2.2 FENÔMENO ENOS

O fenômeno conhecido como El Niño é causado principalmente pelo aquecimento. O fenômeno associado ao resfriamento das águas do Pacífico equatorial (La Niña), interfere no clima de diferentes regiões do globo. Embora esses não sejam os únicos modos de variabilidade interanual na tendência de longo prazo de aumento da temperatura média global, o El Niño e o La Niña são muito importantes (CORDEIRO; BERLATO; ALVES, 2019).

O Rio Grande do Sul caracteriza-se por apresentar um regime pluviométrico bastante variável, com normais mensais de precipitação pluvial que variam. Segundo Santos (2022) a ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña desempenha um papel importante na produtividade de grãos das culturas de verão cultivados em sequeiro no estado do Rio Grande do Sul. As principais culturas produzidas na primavera-verão no Rio Grande do Sul, são: soja, milho e arroz.

Matzenauer e Machado (2002), concluíram em seu trabalho que na média dos anos apresentam deficiências hídricas a cultura do milho, em anos de El Niño, La Niña e neutros, em anos neutros as deficiências hídricas da cultura do milho são maiores que em anos de La Niña. Em anos de El Niño as deficiências hídricas são menores que em anos de La Niña. Em anos de La Niña as sementeiras da tarde apresentam menor risco. O desafio é adequar os aspectos fisiológicos do híbrido de milho para os ambientes de baixa altitude que visa à alta produção de grãos.

2.3 HÍBRIDOS DE MILHO

O milho é uma importante cultura comercial para o sistema de produção agrícola. Em um programa de melhoramento, o primeiro passo é selecionar os genitores, pois eles irão gerar os materiais necessários (SILVA et al, 2019). De acordo com Barros et al. (2012), a avaliação de híbridos visando identificar e recomendar materiais de qualidade em diferentes ambientes é considerada por muitos autores como uma das etapas mais importantes, trabalhosas e caras do programa.

O planejamento do sistema de produção e das boas práticas agrônômicas, para a obtenção de boas produtividades de milho e redução do risco de perda de produção, é preciso realizar um adequado posicionamento de híbridos (TOLLENAAR; LEE, 2002). Os híbridos de maior rusticidade apresentam maior estabilidade produtiva e normalmente maior tolerância a limitações hídricas, possibilitando o seu posicionamento em lavouras de menor nível tecnológico, e em ambientes mais desfavoráveis (CARDOSO et al., 2010).

2.4 RESISTÊNCIA GENÉTICA DO MILHO À DOENÇAS

Apesar das doenças na cultura do milho serem um fator preocupante, existem alternativas que podem ser utilizadas para seu controle, as quais consideram a época de sementeira, qualidade de semente, manejo cultural, como a adoção da prática da rotação de culturas, nutrição de planta, o uso de resistência genética e o uso de fungicidas (DUARTE et al., 2009).

Os programas de melhoramento genético de milho têm com um de seus objetivos o desenvolvimento de linhagens resistentes a doenças foliares (SILVEIRA et al., 2006). Normalmente, híbridos disponíveis comercialmente têm níveis de resistência suficientes para evitar perdas significativas de doenças potencialmente importantes em áreas geográficas

específicas, exceto sob condições ambientais ideais para o desenvolvimento de patógenos (BOLZAN, 2022).

2.5 USO DE FUNGICIDAS EM MILHO

As doenças na cultura do milho se desenvolvem devido a mudanças no sistema de semeadura (semeadura direta), mudanças climáticas globais, época de semeadura, expansão das áreas cultivadas e ausência de rotação de culturas (PINTO; SANTOS; WRUCK, 2006). A aplicação de fungicida de forma preventiva é imprescindível, uma vez que a doença já instalada se dificulta o controle (FANTIN, 2006).

O uso de fungicidas químicos é uma das ferramentas no manejo integrado de doenças, com boa eficiência do controle que proporciona uma queda na incidência e severidade das doenças foliares, resultando em incremento na produtividade de grãos (BORTOLINI; GHELLER, 2012).

Existe uma tendência de se usar espaçamentos mais adensados visando maximizar o uso de maquinários para as culturas da soja e milho. Esta prática pode favorecer o desenvolvimento de microclimas, aumentando a vulnerabilidade para as epidemias de doenças fúngicas (DUARTE et al., 2009). Desse modo, pesquisadores estão sempre em busca de novos produtos e novas tecnologias de aplicação para que se ganhe tempo e melhore a agilidade de aplicação dos equipamentos de pulverização (JULIATTI, et al., 2014).

3. ARTIGO 1

3.1 USO PREVENTIVO DE FÚNGICA EM HÍBRIDOS DE MILHO, COM A PRESENÇA DO FENÔMENO LA NIÑA

RESUMO - O milho (*Zea mays L.*) é o cereal de mais cultivado no mundo. No entanto, devida a vasta extensão territorial do Brasil, é importante a estratificação de ambientes de cultivo de milho. Dessa forma, O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de híbridos de milho, associado ao uso de fungicida preventivo, em ambientes subtropicais no sul do Brasil em anos do fenômeno La Niña. Foram conduzidos três experimentos de campo, em dois anos agrícolas, nas safras 2020/2021 e 2021/2022 no município de Santa Maria - RS e em 2021/2022 em São Vicente do Sul - RS. O delineamento utilizado foi fatorial 2 x 8, os tratamentos foram constituídos por oito híbridos de milho com aplicação e sem aplicação de fungicida. A aplicação de fungicida ocorreu de forma preventiva, em V8 + VT (pré-florescimento). Os híbridos com maior produtividade de grãos, apresentaram maior comprimento de grão e maior número de grão por espiga. Para os resultados de produtividade de grãos, não foi significativo com e sem aplicação de fungicida. Os caracteres diâmetro de espiga, comprimento de grãos, número de fileira por espiga, são caracteres que se relacionam com grande magnitude com a produtividade de grãos.

Palavras-chave: *Zea mays L.*. Doenças fúngicas. Déficit hídrico.

PREVENTIVE USE OF FUNGUS IN MAIZE HYBRIDS, WITH THE PRESENCE OF THE LA NIÑA PHENOMENON

ABSTRACT - Corn (*Zea mays L.*) is the most cultivated cereal in the world. However, due to the vast territorial extension of Brazil, the stratification of corn growing environments is important. Thus, the objective of this work was to evaluate the agronomic performance of maize hybrids, associated with the use of preventive fungicide, in subtropical environments in southern Brazil in years of the La Niña phenomenon. Three field experiments were carried out, in two agricultural years, in the 2020/2021 and 2021/2022 harvests in the municipality of Santa Maria - RS and in 2021/2022 in São Vicente do Sul - RS. The design used was a 2 x 8 factorial, the treatments consisted of eight corn hybrids with and without application of fungicide. Fungicide was applied preventively, at V8 + VT (pre-flowering). The hybrids with the highest grain yield had the longest grain length and the highest number of grains per spike. For the grain yield results, it was not significant with and without fungicide application. The characters ear diameter, grain length, number of rows per ear, are characters that are related with great magnitude with grain yield.

Key words: *Zea mays L.*. Fungal diseases. Water deficit.

3.1.1 Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é o cereal mais cultivado no mundo, há uma vasta extensão territorial do Brasil, sendo importante a estratificação de ambientes de cultivo de milho, segundo Taiz et al. (2017) ambientes com menor altitude proporcionam noites com temperatura médias mais altas e maior gasto de energia para planta pelo processo de respiração. Além disso, a fotossíntese líquida apresenta aumento acentuado em baixas temperaturas (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014).

Em virtude de suas características edafoclimáticas e das condições ambientais encontradas em território nacional, evidencia a importância da adequabilidade das práticas de manejo para maior eficiência no uso dos recursos no ambiente de cultivo. Associado as características intrínsecas do ambiente, como a ocorrência de fenômenos climáticos como El Niño e La Niña, que interferem no regime hídrico do estado do Rio Grande do Sul, em que temos em condições de El Niño, maiores volumes de chuvas e La Niña menores volumes de chuvas (JUNGES; BREEM; FONTANA, 2019).

No estado, os impactos podem ser associados, principalmente, à precipitação pluvial, levando ao déficit ou superávit hídrico e à temperatura (SIMÕES, 2018). Onde consistem, basicamente, no aquecimento (El Niño) ou no resfriamento (La Niña) das águas do pacífico equatorial, que provocam impactos climáticos em diferentes partes do globo terrestre, o comportamento da chuva no estado do Rio Grande do Sul, pode interferir diretamente a produção dos grãos.

A aplicação de fungicidas, visa manter a sanidade da planta, para que assim possa ter máxima capacidade fotossintética e esteja apta a expressar seu maior potencial produtivo (KLUGE et al., 2017). Os fungos são os principais microrganismos patogênicos do milho. Segundo Bolzan, (2022), o manejo das doenças tradicionalmente combatido através do uso de variedades resistentes a doenças, relacionadas com medidas culturais. Entretanto, com modificações nas práticas de manejo, como aumento da densidade de plantas, redução no espaçamento entre linhas de semeadura e o aumento na incidência de doenças, passou a ser necessário adotar o controle químico com fungicida preventivo como uma estratégia de manejo agrônomo.

O uso de fungicida na maioria das lavouras é de modo preventiva, principalmente por apresentar limitações a mecanização agrícola para a aplicação de fungicida em estádios de desenvolvimento após o florescimento. No estágio de enchimento de grãos, a cultura pode atingir alturas de plantas superiores a 2 m, impossibilitando o manejo com pulverizador

terrestre, sendo possível apenas aplicações aéreas, o que ainda não é uma realidade para a maioria das propriedades familiares que cultivam milho no Sul do Brasil (BOLLER et al., 2008).

O uso preventivo de fungicidas em milho, não é uma prática consolidada por todos os agricultores, sendo uma importante lacuna a ser estudada para aprimorar a viabilidade econômica do cultivo de milho. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de híbridos de milho, associado ao uso de fungicida preventivo, em ambientes subtropicais no sul do Brasil em anos do fenômeno La Niña.

3.1.2 Material e Métodos

O presente estudo foi conduzido nas safras 2020/2021 e 2021/2022 no município de Santa Maria (29° 43' 28" S, 53° 43' 41" W e altitude de 95 m), e em 2021/2022 em São Vicente do Sul (29° 42' 27" S, 54° 41' 34" W e altitude de 129 m). Estes municípios fazem parte da região central do estado do Rio Grande do Sul, caracterizada por um relevo de baixa altitude. A semeadura ocorreu no dia 18 de setembro de 2020 no primeiro ano de experimento em Santa Maria - RS (SM1) e 15 de setembro de 2021 no segundo ano de experimento em Santa Maria - RS (SM2), no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O ensaio no município de São Vicente do Sul (SVS), a semeadura ocorreu em 29 de outubro de 2021, no Instituto Federal Farroupilha campus São Vicente do Sul (IFFar). Cada unidade experimental foi composta por cinco fileiras de plantas em espaçamento de 0,50 m entre fileiras e com 5 m de comprimento. A parcela principal foi formada pelos, oito níveis do fator híbrido de milho, e a subparcela pelos dois níveis do fator fungicida (com e sem).

Os tratamentos foram constituídos por oito híbridos de milho com aplicação e sem aplicação de fungicida. A adubação foi realizada com o auxílio de uma semeadora de cinco linhas, em espaçamento de 0,5m, a semeadura foi realizada manualmente, com densidade ajustada para 70.000 plantas ha⁻¹. Onde a parcela principal em SM1 foi composta pelos híbridos, AGROCERES 8088, AGROESTE 1757, BREVANT 2418, DEKALB 240, FORSEED 620, MORGAN 20A55, PIONEER 1225, e SYNGENTA FERROZ (Tabela 1). Em SM2 e SVS, foi composta pelos híbridos AGROCERES 8690, AGROESTE 1757, BREVANT 2401, BREVANT 2418, DEKALB 240, FORSEED 670, PIONEER 3016, e SYNGENTA FERROZ e pelos dois níveis do fator fungicida (com e sem) na subparcela.

Tabela 1. Características agrônômicas dos híbridos utilizados nos experimentos na safra 2020/21 e safra ano 2021/2022, em Santa Maria e São Vicente do Sul, Santa Maria, 2023.

Híbrido	Ciclo	Grão	TOLERÂNCIA ÀS PRINCIPAIS DOENÇAS				
			Ferrugem comum (Puccinia sorghi)	Ferrugem polissora (Puccinia polysora)	Mancha-branca (Phaeosphaeria maydis)	Mancha de turcicum (Exserohilum turcicum)	Cercosporiose (Cercospora zea-maydis)
AG 8088	P	dura alaranjado	SI	MT	MT	MS	T
AG 8690	P	semidentado alaranjado	SI	MT	MS	T	T
AS 1757	P	semidentado amarelo/alaranjado	SI	SI	MT	SI	MT
B 2401	S	semiduro	SI	MS	MS	MT	MS
B 2418	S	alaranjado	T	S	S	MT	S
DKB 240	S	dentado amarelo	SI	S	MS	MS	S
FS 620	P	semiduro amarelo/alaranjado	SI	SI	SI	SI	SI
FS 670	P	semidentado amarelo/alaranjado	SI	SI	SI	SI	SI
MG 20A55	P	semiduro alaranjado	MS	MT	MT	MT	MT
P 1225	H	semidentado amarelo	MS	S	S	S	S
P 3016	P	alaranjado	MS	S	MS	S	S
SYN FERROZ	P	duro alaranjado	MT	MS	MT	MT	MS

P = Precoce, S = Superprecoce, H = Hiperprecoce, SI = Sem Informação, S = Suscetível, MS = Moderadamente suscetível, MT = Moderadamente Tolerante e T = Tolerante. De acordo com informações das empresas produtoras de semente.

As unidades experimentais foram adubadas com base na interpretação da análise do solo realizada na área experimental antes da instalação do experimento e considerando as recomendações do manual de adubação e calagem, para expectativa de 12 ton ha⁻¹ de grãos (CQFS-RS/SC, 2016). A adubação de fósforo e potássio foi realizada no sulco, via semeadora com sulcadores, e a adubação nitrogenada foi aplicada na forma de ureia em cobertura, 50% da dose em V4 e o restante em V6.

A aplicação de fungicida ocorreu de forma preventiva, em V8 + VT (pré-florescimento) (MOTERLE; SANTOS, 2019), simulando a estratégia de manejo adotada em várias propriedades produtoras de milho no Brasil. O fungicida aplicado pertence ao grupo químico estrobilurina e triazol. O produto aplicado trata-se de um fungicida mesostêmico e sistêmico, com ingrediente ativo (Trifloxistrobina 375 g/L e Ciproconazol 160 g/L, Suspensão Concentrada (SC)). Na dose utilizada foi de 0,2 L p.c./ha, o qual foi aplicada com o auxílio de um pulverizador do tipo costal manual elétrico, com capacidade de calda de 20 L. simulando a aplicação com pulverizador de arrasto.

Para avaliação dos componentes de rendimento foi utilizado o tamanho de amostra de seis plantas por parcela, localizadas na área útil das parcelas. Foram avaliadas duas plantas por

linha de semeadura para cada uma das três linhas centrais, onde foram avaliados: o comprimento de espiga (CE em cm), número de fileiras (NF), número de grãos por fileira (NGF), diâmetro de espiga (DE em cm), diâmetro de sabugo (DS em cm), comprimento de grão (CG em mm), peso de grãos por espiga (PGE em g), umidade da parcela, massa de mil grãos (MMG em g) e produtividade de grãos (PROD em kg ha⁻¹).

O restante da área útil da parcela foi colhido e com auxílio de debulhadora motorizada, ocorreu a debulha. Os grãos foram pesados em uma balança e umidade corrigida para 13%. Por fim, a massa de grãos das 6 espigas avaliadas, foi corrigida para 13%, sendo somadas ao restante da área útil colhida para estimarmos PROD em kg ha⁻¹ de cada parcela.

Os dados para o cálculo do balanço hídrico da cultura do milho, dados de temperatura do ar e precipitação foram obtidos pelas estações meteorológicas de superfície automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizadas a menos de 500 m das áreas experimentais da UFSM e IFFar Campus São Vicente do Sul.

Os dados foram inicialmente analisados quanto a aderência dos resíduos, a distribuição normal e a homogeneidade das variâncias dos tratamentos, por meio dos testes de Shapiro Wilk ($p < 0,05$) e Bartlett ($p < 0,05$), os quais identificaram o atendimento dos pressupostos estatísticos. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA). E posteriormente submetidas ao teste de agrupamento de médias Scott-Knott a 0,05 de probabilidade de erro.

Para compreendermos melhor a PROD do milho, é verificar sua relação com os caracteres associados a PROD, foi efetuada a análise de correlação de Pearson entre os componentes produtivos. Confeccionou-se duas correlações, uma com fungicida e outra sem uso de fungicida. Nesta análise utilizou-se os dados dos três ambientes. A correlação linear de Pearson foi realizada utilizando todas as variáveis em estudo, por meio do uso do software R.

3.1.3 Resultados e Discussão

Durante o período de condução do experimento, foi observado períodos com a presença de estresse hídrico, conforme observado pelo balanço hídrico (Figura 1A, 1B e 1C), caracterizado como o fenômeno La Niña, que proporciona menores volumes de chuvas no período de verão (JUNGES; BREEM; FONTANA, 2019).

Nos três ambientes de estudo observou-se que não houve interação entre híbridos e fungicida para a variável PROD (Tabela 2, 3 e 4), destacando que nos três ambientes com

balanço hídrico negativo, ocorreu baixa severidade de doenças, o que pode estar associado ao ambiente de cultivo e resistência genética dos híbridos avaliados.

A PROD de 9.108,13 kg ha⁻¹ do híbrido Forseed 620 com utilização de fungicida (Tabela 2), foi a maior média entre os tratamentos, e não diferiu estatisticamente dos híbridos Brevant 2418, Agroeste 1757, Pioneer 1225 e Dekalb 240 com PROD de 8.616,63, 8.123,30, 7.796,19 e 7.531,26 kg ha⁻¹ respectivamente, diferindo dos híbridos Morgan 20A55, Agrocere 8088 e Syngenta Feroz com PROD de 6.676,68, 6.652,15 e 6.312,44 kg ha⁻¹. Sem utilização de fungicida, a maior PROD foi proporcionada pelo híbrido Agroeste 1757 de 8.533,96 kg ha⁻¹ onde não apresentou diferença estatística para os híbridos Brevant 2418, Forseed 620, Dekalb 240 e Pioneer 1225 com PROD de 8.531,07, 8.186,51, 7.603,01 e 7.508,41 kg ha⁻¹, diferindo dos híbridos Agrocere 8088, Syngenta Feroz e Morgan 20A55 com PROD de 6.886,47, 6.242,22 e 5.697,85 kg ha⁻¹. Observou-se as melhores PROD neste experimento, principalmente devido ao menor déficit hídrico, no período crítico da cultura, (Figura 1A) o qual contribuiu para maior fecundação e enchimento de grãos.

Tabela 2. Produtividade de grãos de híbridos comerciais de milho, associado ao uso preventivo de fungicida (CF) e testemunha sem aplicação de fungicida (SF), no experimento SM1, na safra 2020/21 em Santa Maria-RS.

Híbridos	PROD (kg ha ⁻¹)	
	SF	CF
AGROESTE 1757	8.533,96 a	8.123,30 a
BREVANT 2418	8.531,07 a	8.616,63 a
FORSEED 620	8.186,51 a	9.108,13 a
DEKALB 240	7.603,01 a	7.531,26 a
PIONEER 1225	7.508,41 a	7.796,19 a
AGROCERES 8088	6.886,47 b	6.652,15 b
SYNGENTA FEROS	6.242,22 b	6.312,44 b
MORGAN 20A55	5.697,85 b	6.679,68 b
Média	7.398,69 *ns	7.602,47
CV 1 - F (%)	6,50	
CV 2 - H (%)	14,12	
CV 3 - F*H (%)	9,77	

*ns = não significativa; *médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott, (P>0,05). Coeficiente de variação (CV%), Fungicida (F), Híbrido (H).

Fonte: Autor (2023).

Na safra 2021/22 ocorreu precipitações abaixo da média no final de novembro, dezembro e janeiro, com forte influência na queda de PROD das culturas na referida safra, conforme observado nas médias de PROD do experimento SM2 (Tabela 3).

Neste cenário verificamos a formação de 4 grupos com o uso de fungicida, em que o híbrido Pioneer 3016 obteve a maior média de PROD de 7.301,02 kg ha⁻¹, não apresentando diferença estatística para os demais híbridos, Agrocerees 8690 e Brevant 2418 com respectivas PROD de 6.652,48 e 6.568,25 kg ha⁻¹, diferindo dos demais híbridos. O Grupo 2 apresenta os híbridos Agroeste 1757 e Dekalb 240, com PROD de 6.018,93 e 5.398,75. Grupo 3 formado pelos híbridos Syngenta Feroz e Brevant 2401 com PROD de 4.670,06 e 4.609,92 kg ha⁻¹. E grupo 4 formado pelo híbrido Forseed 670 de 2.685,87 kg ha⁻¹.

Sem o uso de fungicida, o híbrido Brevant 2418 obteve a melhor médias, atingindo PROD de 6.604,10 kg ha⁻¹, a qual não diferiu dos híbridos, Pioneer 3016, Agroeste 1757 e Agrocerees 8690, com PROD de 6.367,19, 6.366,81 e 6.104,24 kg ha⁻¹. Grupo 2 composto pelos híbridos Dekalb 240, Brevant 2401 e Syngenta Feroz com PROD de 5.451,39, 5.048,93 e 4.582,22 kg ha⁻¹. E grupo 3 composta pelo híbrido Forseed 670, PROD de 2.029,25 kg ha⁻¹.

Tabela 3. Produtividade de grãos de híbridos comerciais de milho, associado ao uso preventivo de fungicida (CF) e testemunha sem aplicação de fungicida (SF), no experimento SM2, na safra 2021/22 em Santa Maria-RS.

Híbridos	PROD (kg ha ⁻¹)	
	SF	CF
BREVANT 2418	6.604,10 a	6.568,25 a
PIONEER 3016	6.367,19 a	7.301,02 a
AGROESTE 1757	6.366,81 a	6.018,93 b
AGROCERES 8690	6.104,24 a	6.652,48 a
DEKALB 240	5.451,39 b	5.398,75 b
BREVANT 2401	5.048,93 b	4.609,92 c
SYNGENTA FEROS	4.582,22 b	4.670,06 c
FORSEED 670	2.029,25 c	2.685,87 d
Média	5.481,48 *ns	5.623,1
CV 1 - F (%)	13,54	
CV 2 - H (%)	21,42	
CV 3 - F*H (%)	12,30	

*ns = não significativa; *médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott, (P<0,05). Coeficiente de variação (CV%), Fungicida (F), Híbrido (H).

Fonte: Autor (2023).

Na safra 2021/22 no município de São Vicente do Sul, como mencionado anteriormente, houve uma forte estiagem na referida safra, com o avanço da semeadura para o fim do mês de outubro, observaram-se menores PROD (Tabela 4), a cultura sofreu pelo forte déficit hídrico (Figura 1C).

Tabela 4. Produtividade de grãos de híbridos comerciais de milho, associado ao uso preventivo de fungicida (CF) e testemunha sem aplicação de fungicida (SF), no experimento SVS, na safra 2021/22 em São Vicente do Sul – RS.

Híbridos	PROD (kg ha ⁻¹)	
	SF	CF
PIONEER 3016	6.949,88 a	5.769,62 a
AGROESTE 1757	6.880,36 a	6.093,97 a
BREVANT 2418	5.401,70 b	6.164,47 a
AGROCERES 8690	4.667,11 b	4.939,94 a
DEKALB 240	4.459,28 b	3.774,61 b
SYNGENTA FERROZ	3.541,84 c	3.486,26 b
BREVANT 2401	3.300,45 c	2.799,63 b
FORSEED 670	169,12 d	223,47 c
Média	4.421,22 *ns	4.091,41
CV 1 - F (%)	31,17	
CV 2 - H (%)	26,51	
CV 3 - F*H (%)	15,17	

*ns = não significativa; *médias seguidas por mesma minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott, (P<0,05). Coeficiente de variação (CV%), Fungicida (F), Híbrido (H).

Fonte: Autor (2023).

O híbrido Brevant 2418 com uso de fungicida obteve PROD de 6.164,47 kg ha⁻¹ a qual não diferiu estatisticamente dos híbridos Agroeste 1757, Pioneer 3016 e Agrocerees 8690 com PROD de 6.093,97, 5.769,62 e 4.939,94 kg ha⁻¹. Grupo 2 formado pelos híbridos Dekalb 240, Syngenta Feroz e Brevant 2401 com PROD de 3.774,61, 3.486,26 e 2.799,63 kg ha⁻¹. E grupo 3 formado pelo híbrido Forseed 223,47 kg ha⁻¹. Já sem uso de fungicida observou-se a formação de 4 grupos, sendo o grupo 1 composto pelo híbrido a Pioneer 3016 e Agroeste 1757, PROD de 6.949,88 e 6.880,56 kg ha⁻¹. Grupo 2, Brevant 2418, Agrocerees 8690, Dekalb 240, PROD de 5.401,70, 4.667,11 e 4.459,28 kg ha⁻¹. Grupo 3 formado pelos híbridos Syngenta feroz e Brevant 2401, PROD de 3.541,84 e 3.300,45 kg ha⁻¹. E grupo 4 formado pelo híbrido Forseed 670, PROD de 169,12 kg ha⁻¹.

O híbrido Forssed 670 apresentou maior ciclo, e período crítico mais tardio em relação aos demais híbridos. Essas diferenças de ciclo devem estar diretamente relacionadas a capacidade de responder aos estímulos do ambiente (DOS SANTOS et al., 2015). O qual contribui negativamente para sua PROD, nos respectivos estudos, vale destacar a importância de ter híbridos de diferentes ciclos para que as perdas de PROD sejam minimizadas.

Para as variáveis CG, número de grão por espiga (NGP) e MMG (Tabela 5). Podemos destacar que a aplicação de fungicida proporcionou aumento no CG e MMG. Esse aumento do tamanho de grãos está relacionado a maior sanidade de planta, segundo Fingstag et al (2019) o uso de fungicida em aplicação preventiva reduziu a incidência de doenças em 6,3% e 5,3% para estudos de eficácia de fungicida, em comparação com a aplicação curativa.

Tabela 5. Componentes produtivos de híbridos comerciais de milho, associado ao uso preventivo de fungicida (CF) e testemunha sem aplicação de fungicida (SF), comprimento de grão (CG), número de grãos por espiga (NGE) e massa de mil grãos (MMG), no experimento SM1, na safra 2020/21 em Santa Maria-RS.

Híbridos	CG (mm)		NGE		MMG (g)	
	SF	CF	SF	CF	SF	CF
AS 1757	8,97 c	9,08 d	514,26 *ns	547,86 a	232,38 b	248,88 b
AG 8088	10,00 b	10,10 b	511,66	516,40 b	275,30 a	285,57 a
B 2418	10,18 b	10,22 b	407,60	490,93 b	285,95 a	299,16 a
DKB 240	9,20 c	9,38 c	527,46	491,53 b	241,47 b	274,60 b
FS 620	11,22 a	11,35 a	672,13	516,20 b	298,21 a	311,25 a
MG 20A55	8,57 c	8,78 d	493,73	493,93 b	232,00 b	261,03 b
P 1225	10,02 b	10,25 b	474,13	547,40 a	269,90 a	270,29 b
SYN FERROZ	9,00 c	9,38 c	493,40	414,86 c	271,33 a	277,39 b
Média	9,64 B	9,81 A	511,80 *ns	502,39	263,40 B	278,52 A
CV 1 - F (%)	14,25		46,20		8,95	
CV 2 - H (%)	14,16		50,98		8,54	
CV 3 - F*H (%)	9,60		50,51		7,32	

*ns = não significativa; *médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott, (P<0,05). Coeficiente de variação (CV%), Fungicida (F), Híbrido (H).

Fonte: Autor (2023).

Já quando verificamos a fator híbrido, é observado que houve a formação de 3 grupos, sem utilização de fungicida e a formação de quatro grupos com utilização de fungicida. O híbrido Forseed 620, apresentou melhor denominador para ambos os tratamentos com e sem fungicida, CG de 11,35 mm com uso de fungicida e de 11,22 mm sem uso de fungicida, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. O menor CG foi proporcionado pelo híbrido

Morgan 20A55, com uso de fungicida 8,78 mm e 8,57 mm sem uso de fungicida, não diferindo estatisticamente com uso de fungicida do híbrido Agroeste 1757, 9,08 mm e sem uso de fungicida pelos híbridos Agroeste 1757, Syngenta feroz e Dekalb 240 e 8,97, 9,0 e 9,2 mm.

Para a variável (NGE) o fator fungicida não foi significativo pelo teste de Scott-Knott, em 0,05 de significância. No entanto, para o fator híbrido houve diferença estatística entre os híbridos, quando utilizado fungicida. Onde o maior NGE foi verificado nos híbridos Agroeste 1757 e Pioneer 1225 respectivamente de 547,86 e 547,40 grãos por espiga, diferindo dos demais tratamentos. O híbrido Syngenta feroz apresentou o menor NGE, 414,86 grãos por espiga.

Para a variável MMG podemos observar que houve diferença estatística para o fator fungicida, havendo maior peso da massa de grão com utilização de fungicida. O híbrido Forseed 620 apresentou maior MMG, 311,25 g com uso de fungicida e 298,21 g sem uso de fungicida. Diferindo estatisticamente dos híbridos Agroeste 1757, Dekalb 240, Morgan 20A55, Pioneer 1225 e Syngenta Feroz com utilização de fungicida. E dos híbridos Agroeste 1757, Dekalb 240 e Morgan 20A55 sem utilização de fungicida. Está variável tem relação direta com a variável CG, ou seja, maiores CG, estão relacionados a maior MMG. Segundo CUNHA et al (2010), a aplicação de fungicida propicia à planta de milho melhores condições fisiológicas para a translocação de fotoassimilados em direção à espiga para o enchimento dos grãos, aumentando assim a massa dos mesmos.

No segundo ano de cultivo de milho em SM2 (Tabela 6) não se observou diferença estatística para o fator fungicida para as variáveis CG, NGE e MMG. No entanto, houve diferença estatística para o fator híbrido de milho para as variáveis CG com uso de fungicida e NGE com e sem uso de fungicida. Porém, não foi significativo para a variável MMG. Observou-se a formação de dois grupos para a variável CG com uso de fungicida, onde o híbrido Pioneer 3016 apresentou o maior CG não diferindo estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de probabilidade de erro dos híbridos, Agroeste 1757, e Brevant 2418. Já o híbrido Forseed 670 apresentou menor CG sem e com fungicida, já a híbrido que obteve melhor resposta para a variável CG com uso de fungicida foi o híbrido Pioneer 3016.

O híbrido Pioneer 3016 apresentou o maior NGE sem e com utilização de fungicida, diferindo estatisticamente dos demais híbridos. O híbrido Forseed 670 apresentou o menor NGE, com e sem aplicação de fungicida. Mas para a variável MMG não houve diferença estatística, vale ressaltar que neste estudo (Figura 1B) houve uma estiagem, causada pelo fenômeno La Niña, o que por sua vez diminui a incidência de precipitações nesta região, diminuindo o molhamento foliar, conseqüentemente a incidência de doença.

Tabela 6. Componentes produtivos de híbridos comerciais de milho, associado ao uso preventivo de fungicida (CF) e testemunha sem aplicação de fungicida (SF), comprimento de grão (CG), número de grãos por espiga (NGE) e massa de mil grãos (MMG), no experimento SM2, na safra 2021/22 em Santa Maria-RS.

Híbridos	CG (mm)		NGE		MMG (g)	
	SF	CF	SF	CF	SF	CF
AG 8690	8,86 *ns	8,68 b	375,88 c	374,40 b	297,80 *ns	257,91 *ns
AS 1757	10,19	10,10 a	466,93 b	441,94 b	265,65	257,85
B 2401	8,61	8,84 b	322,77 c	390,98 b	251,26	282,35
B 2418	9,85	9,66 a	455,48 b	460,22 b	236,52	275,77
DKB 240	8,34	8,99 b	372,42 c	391,80 b	272,25	265,40
FS 670	7,22	6,46 c	119,56 d	173,70 c	322,49	246,37
P 3016	10,18	10,43 a	599,28 a	656,23 a	243,34	265,55
SYN FERROZ	8,58	8,55 b	311,56 c	379,60 b	261,80	283,69
Média	9,13 *ns	9,06	383,21 *ns	408,05	271,59 *ns	265,40
CV 1 - F (%)	14,21		18,09		5,90	
CV 2 - H (%)	11,43		20,98		9,76	
CV 3 - F*H (%)	17,87		19,15		14,67	

*ns = não significativa; * médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott, (P<0,05). Coeficiente de variação (CV%), Fungicida (F), Híbrido (H).

Fonte: Autor (2023).

No experimento realizado em SVS. Observamos que para o fator fungicida, houve apenas interação para a variável NGE (Tabela 7). Já as variáveis CG e MMG não apresentaram diferença estatística. Observou-se apenas diferença entre os híbridos para as variáveis CG e NGE. Para CG o híbrido Pioneer 3016 apresentou maior CG sem e com aplicação de fungicida 10,39 e 9,97 mm, não diferindo estatisticamente sem uso de fungicida dos híbridos Agroeste 1757, Agrocerees 8690 e Dekalb 240 (9,51, 8,81 e 8,86 mm), e com uso de fungicida dos híbridos Agroeste 1757, Dekalb 240, Agrocerees 8690 e Brevant 2418 (9,45, 8,9, 8,65 e 8,63 mm). O menor CG foi proporcionada pelo híbrido Brevant 2401, com e sem aplicação de fungicida, o qual não diferiu dos híbridos Brevant 2418, Forseed 670 e Syngenta feroz sem aplicação de fungicida e dos híbridos Forseed 670 e Syngenta feroz com aplicação de fungicida.

Para a variável NGE constatou-se uma diminuição com aplicação de fungicida, essa diminuição tem relação direta com a Figura 1C, onde devido ao acentuado déficit hídrico, as plantas encontraram-se em déficit hídrico, ocasionando uma maior desuniformidade de espigas, o que proporcionou um CV mais elevado. Para a variável MMG não houve interação entre o fator fungicida, como também não houve diferença entre os híbridos de milho.

Tabela 7. Componentes produtivos de híbridos comerciais de milho, associado ao uso preventivo de fungicida (CF) e testemunha sem aplicação de fungicida (SF), comprimento de grão (CG), número de grãos por espiga (NGE) e massa de mil grãos (MMG), no experimento SVS, na safra 2021/22 em São Vicente do Sul-RS.

Híbridos	CG (mm)		NGE		MMG (g)	
	SF	CF	SF	CF	SF	CF
AG 8690	8,81 a	8,65 a	376,85 b	327,36 a	293,42 *ns	282,32 *ns
AS 1757	9,51 a	9,45 a	489,32 a	449,91 a	290,25	288,01
BV 2401	6,16 b	7,02 b	228,82 c	236,73 a	266,19	272,46
B 2418	8,10 b	8,63 a	357,17 b	381,57 a	256,55	269,09
DKB 240	8,76 a	8,9 a	372,58 b	330,55 a	284,87	275,61
FS 670	7,33 b	7,42 b	8,40 d	35,11 b	275,96	287,04
P 3016	10,39 a	9,97 a	498,30 a	348,46 a	263,68	306,51
SYN FERROZ	7,05 b	7,69 b	307,35 b	295,08 a	262,71	287,25
Média	8,26 *ns	8,47	329,85 A	300,59 B	274,2 *ns	283,54
CV 1 - F (%)	5,69		17,37		5,36	
CV 2 - H (%)	12,89		27,59		8,51	
CV 3 - F*H (%)	9,22		16,85		9,19	

*ns = não significativa; *médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott, ($P < 0,05$). Coeficiente de variação (CV%), Fungicida (F), Híbrido (H).

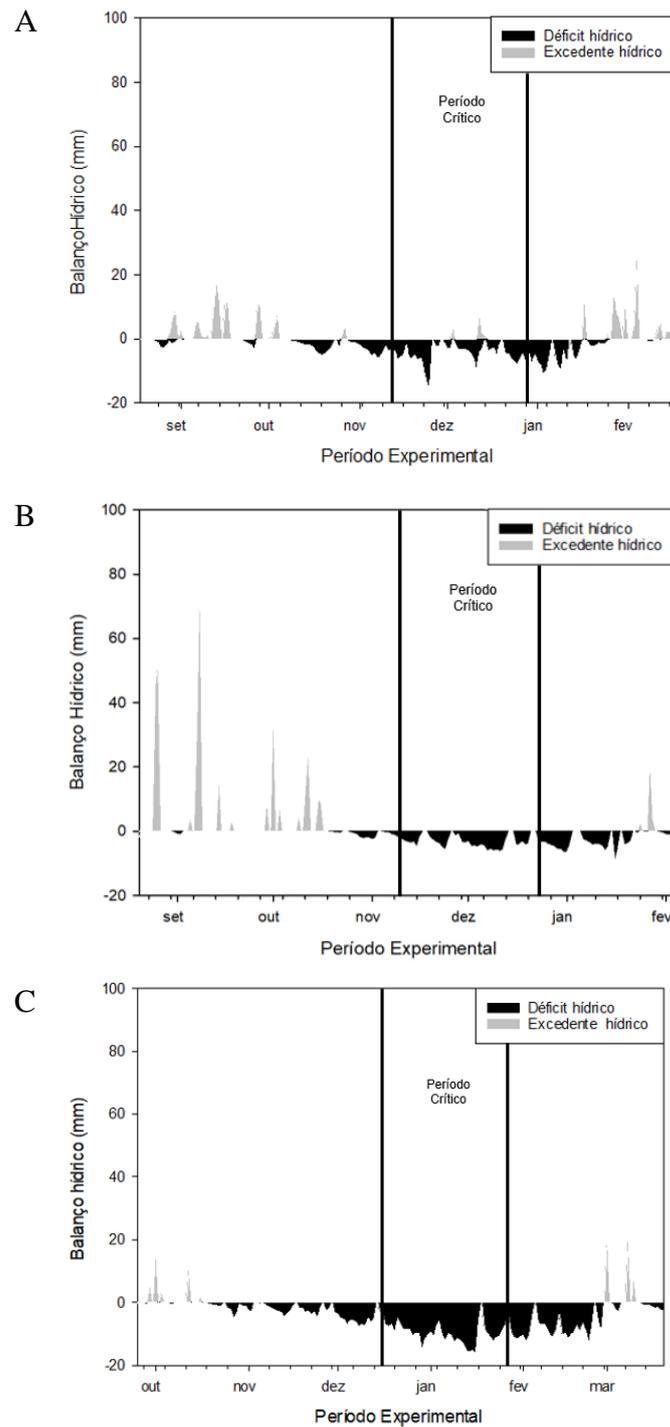
Fonte: Autor (2023).

Portanto, deve-se ter cautela na recomendação de fungicidas, especialmente em anos de Lâ Niña. Recomenda-se a aplicação de fungicidas em híbridos suscetíveis em termos de clima e sistemas de produção em condições favoráveis ao desenvolvimento da doença, para que seja observado melhor custo-benefício.

Os dados de balanço hídrico evidenciaram volumes de precipitação de 538,6 mm em SM1, 388,4 mm em SM2 e 403,8 mm em SVS durante o período experimental (Figuras 1A, 1B e 1C). Segundo Borém (2017) a necessidade hídrica do milho está situada na faixa de 400 a 600 mm por ciclo produtivo. Porém, a distribuição desses volumes não foi uniforme, onde se observou um acumulado de 79 mm em SM1, 26 mm em SM2 e 37 mm em SVS no período de florescimento, onde o período crítico da cultura engloba o período de 15 dias antes e após o aparecimento da inflorescência masculina (BORÉM et al., 2017). Logo, este estresse hídrico, principalmente durante o período entre a floração e a polinização, A PROD de milho é reduzida sob estresse hídrico, pode ocasionar distúrbio fisiológico na planta, acarretando perdas de PROD (ANJOS, 2022). Podemos observar na Figura 1A do balanço hídrico que houve intervalos pequenos de déficit hídrico, e onde o início do pendoamento ocorreu no dia 26 de novembro dos híbridos Dekalb 240, Brevant 2401 e Brevant 2418, dia em que acabou o déficit

hídrico, de um período de 29 dias consecutivos de déficit hídrico, após este período houve um maior equilíbrio entre déficit hídrico e excesso hídrico que contribuíram com maiores PROD.

Figura 1. Balanço hídrico do milho, associado ao uso preventivo de fungicida (CF) e testemunha sem aplicação de fungicida (SF), no experimento (A) SM1 na safra 2020/21 Santa Maria- RS, (B) SM2 na safra 2021/22 Santa Maria- RS e (C) SVS na safra 2021/22 São Vicente do Sul-RS.



Fonte: Autor (2023).

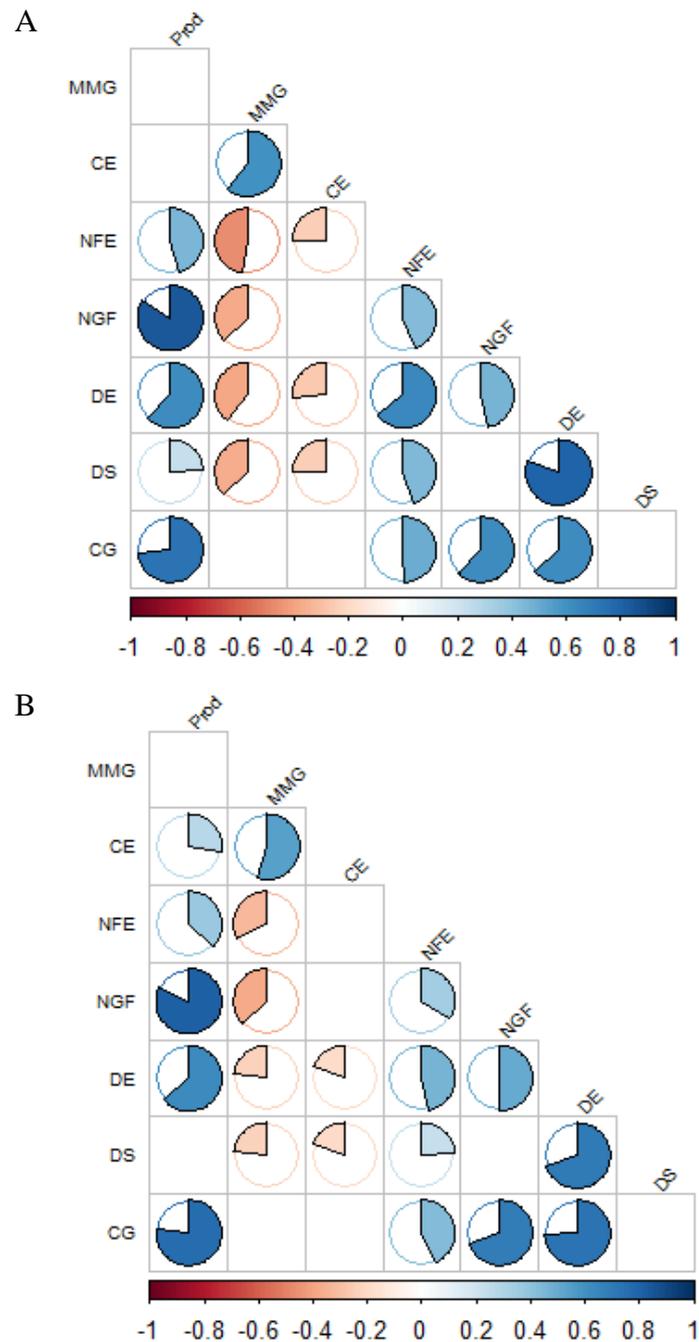
No segundo ano de estudo SM2 constatou-se um forte período de déficit hídrico, entre o dia 26 de novembro e a 8 de dezembro período no qual iniciou o período de pendoamento da cultura, sendo que dos híbridos Dekalb 240, Brevant 2401 e Brevant 2418, iniciaram o pendoamento no dia 26 de novembro, híbridos Agroeste 1757, Agrocerees 8690, Pioner 3016 no dia 1º de dezembro, Syngenta Feroz dia 6 de dezembro e Forseed 670 no dia 8 de dezembro, onde se observou menor CG e NGE para os híbridos onde o pendoamento ocorreu após o dia 2 de dezembro, tendo ligação direta com a PROD.

No terceiro experimento em SVS constatou-se um o maior período de déficit hídrico, que ocorreu entre os dias 15 de dezembro e 17 de janeiro, período no qual coincidiu com o período crítico da cultura. Observou-se nesse estudo as menores PROD, sendo que os híbridos: Agroeste 1757, Agrocerees 8690, Pioner 3016 iniciaram o pendoamento no dia 1º de janeiro, híbridos Dekalb 240, Brevant 2401 e Brevant 2418, no dia 3 de janeiro, Syngenta Feroz dia 8 de janeiro e Forseed 670 no dia 10 de janeiro, tendo o déficit hídrico apresentando associação direta com a PROD.

As correlações não significativas, em que o p-valor é maior que 0,05, não estão preenchidas. Quanto mais forte e positiva é a correlação, mais preenchido é o círculo de cor azul, e cor vermelha possui a mesma representatividade, porém com correlação negativa (Figura 2). Quando a correlação entre as variáveis é fraca ou nula, a cor do círculo é fraca e o preenchimento do círculo é menor.

Avaliando as associações lineares entre os caracteres estudados dos tratamentos sem aplicação de fungicidas (Figura 2), nota-se que as correlações são de menor magnitude em relação com aplicação de fungicida. Observa-se que foram estabelecidas correlações positivas da PROD, com CE e NGF, sem uso de fungicida e com uso de fungicida apenas correlação positiva entre PROD e NGF, Besen et al, (2020) também verificou correlações positivas entre PROD, CE e NGF. Foram identificadas outras correlações que envolvem PROD de grão, que estabeleceu correlações positivas com NFE, DE e CG em ambos os gráficos, que foram similares às correlações de Entringer et al., (2014). Em seu trabalho, Entringer et al. (2014) verificou que não houve correlação significativa entre PROD e DS, o que também foi verificado sem uso de fungicida, porém com a aplicação de fungicida a variável apresentou correlação positiva com DS. A MMG apresentou correlação positiva com CE em ambas as correlações, correlação também observada por Casarotto, (2013).

Figura 2. Correlação de Pearson para os diferentes componentes produtivos da cultura do milho, com aplicação de fungicida (A) e sem aplicação de fungicida (B) para safra 2020/21 e 2021/22 Santa Maria e safra 2021/22 São Vicente do Sul. Descrição das variáveis: produtividade de grãos (PROD), massa de mil grãos (MMG), comprimento da espiga (CE), número de fileiras (NFE), número de grãos por fileira (NGF), diâmetro da espiga (DE), diâmetro do sabugo (DS) e comprimento do grão (CG). Coletas de 121 amostras com e sem aplicação de fungicida (Três experimentos) realizados nos municípios de Santa Maria e São Vicente do Sul, Santa Maria - RS



Fonte: Autor (2023).

Observasse correlação negativa entre MMG e NFE, NGF, DE e DS, em respectivas análises, A variável CE apresentou correlações negativas com DE e DS com e sem aplicação de fungicida, porém com o uso de fungicida a mesma correlação negativa com NFE. Outras correlações entre NFE e NGF, DE, DS e CG apresentaram correlações positivas em respectivas análises. NGF apresentou correlação positiva com DE e CG. Já DE apresentou correlação positiva com DS e CG.

3.1.4 Conclusões

O uso de fungicida em ambiente tropical em anos com a presença do fenômeno La Niña, não apresentou interação entre híbridos de milho.

O déficit hídrico nos estádios de florescimento masculino e enchimento de grãos, interferiu diretamente no desempenho agrônomo dos híbridos, apresentando expressiva diferença entre híbridos com ciclo vegetativo contrastante.

Para as correlações lineares, os caracteres diâmetro de espiga, comprimento de grãos, número de fileira por espiga, são caracteres que se relacionam com grande magnitude com a produtividade de grãos, com e sem o uso de fungicida. Existe diferença nas magnitudes das relações lineares em função do uso de fungicidas na avaliação de híbridos de milho.

3.1.5 Referências

ANJOS, Franklin A. dos et al. **Relationship between physiology and production of maize under different water replacements in the Brazilian semi-arid.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 26, p. 21-27, 2022.

BERGAMASCHI, Homero; MATZENAUER, Ronaldo. **O milho e o clima.** Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, v. 84, p. 85, 2014. Disponível em: <
https://www.researchgate.net/publication/264786045_O_Milho_e_o_Clima_Maize_and_Clim_ate>. Acesso em: 10 de set. de 2022.

BESEN, Marcos Renan et al. **Produtividade de milho e retorno econômico em sistema integrado de produção com doses de nitrogênio.** Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 19, n. 1, p. 94-103, 2020.

BOLLER, Walter. et al. **Tecnologia de aplicação de fungicidas - parte II.** Revisão Anual de Patologia de Plantas, v. 16, p. 85-132, 2008.

BOLZAN, Felipe Tascheto. **Desempenho agrônomo e viabilidade econômica do uso de fungicida em híbridos de milho.** Dissertação de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/26322> acessado em: 29 jan. de 2023.

BORÉM, Aluízo; GALVÃO, João Carlos Cardoso; PIMENTEL, Marcos Aurélio. **Milho: do plantio a colheita.** 2. ed. atual. ampl. Viçosa, MG: UFV, 2017. 382 p.

CASAROTTO, Gabriele. **Relações lineares entre caracteres fenológicos, morfológicos e produtivos em milho.** 2013. 77 p. Dissertação (Mestrado)- Curso de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/5084> Acesso em: 18 de jan. 2022.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, 2016.

CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues da et al. **Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho.** Revista Ciência Agronômica, v. 41, p. 366-372, 2010.

DOS SANTOS, Neli Cristina Belmiro et al. **Características agrônômicas e de desempenho produtivo de híbridos de milho-verde em sistema orgânico e convencional.** Semina: Ciências Agrárias, v. 36, n. 1, p. 1807-1821, 2015

ENTRINGER, Geovana Cremonini et al. **Correlação e análise de trilha para componentes de produção de milho superdoce.** Revista Ceres, v. 61, p. 356-361, 2014.

FINGSTAG, Maiquiel Diego et al. **Fungicide performance on Fusarium meridionale control, grain yield and grain damage in maize.** Summa Phytopathologica, v. 45, p. 265-271, 2019.

JUNGES, Amanda H.; BREMM, Carolina; FONTANA, Denise C. **Rainfall climatology, variability, and trends in Veranópolis, Rio Grande do Sul, Brazil.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 23, p. 160-166, 2019.

KLUGE, Elizandro Ricardo et al. **Efeito de fungicida foliar e espaçamento de plantas na expressão da enzima lipoxigenase e podridão de grãos em híbridos de milho.** Acta Scientiarum. Agronomy, v. 39, n. 4, p. 407-415, 2017.

MOTERLE, Lia Mara; DOS SANTOS, Renato Frederico **Época de aplicação de fungicida na cultura do milho segunda safra.** Colloquium Agrariae, v. 15, n. 2, p. 61-71, 2019.

SIMÕES, Camila de Santana Delgado. **Impactos do El Niño Oscilação Sul na produção de milho no Rio Grande do Sul.** 2018.

TAIZ, Lincoln et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** Artmed Editora, 2017.

4. ARTIGO 2

4.1 AVALIAÇÃO DIGITAL DE HELMINTOSPORIOSE NA CULTURA DO MILHO, EM AMBIENTE SUBTROPICAL NO BRASIL

RESUMO - A cultura do milho apresenta grande importância econômica e social no Brasil. A identificação e manejo de doenças fúngicas é um dos principais aspectos relacionados a boas práticas culturais. O objetivo foi avaliar a eficiência do uso da avaliação digital de helmintosporiose, associado a utilização de fungicida preventivo em híbridos de milho em ambientes de baixa altitude no sul do Brasil, em ano com a presença do fenômeno La Niña. Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Santa Maria - RS e São Vicente do Sul - RS na safra 2021/2022. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 8 x 2, constituídos por oito híbridos de milho, com e sem aplicação de fungicida, em parcela subdividida, com aplicação em faixas do fungicida. A baixa precipitação pluviométrica e menor pressão de inóculo de doenças, contribuem para reduzir a severidade de helmintosporiose e taxa de progresso da doença na cultura do milho. Os métodos de mensuração de severidade digital e por escala diagramática, apresentaram similaridade. O uso de fungicida preventivo na cultura do milho nos estádios V8 e pré-florescimento não apresentou resultados positivos para produtividade de grãos. Os caracteres comprimento de grãos, número de fileiras por espiga e peso de grão por espiga são caracteres que apresentam alta magnitude de associação com a produtividade de grãos na cultura do milho com e sem aplicação de fungicida.

Palavras-chave: *Zea mays* L.. Escalas diagramáticas. fungicida preventivo.

DIGITAL EVALUATION OF HELMINTOSPORIASIS IN CORN CULTURE IN A SUBTROPICAL ENVIRONMENT IN BRAZIL

ABSTRACT - The corn crop has great economic and social importance in Brazil. The identification and management of fungal diseases is one of the main aspects related to good cultural practices. The objective was to evaluate the efficiency of the use of digital evaluation of helminthosporiosis, associated with the use of preventive fungicide in maize hybrids in low altitude environments in southern Brazil, in a year with the presence of the La Niña phenomenon. The experiments were carried out in the municipalities of Santa Maria - RS and São Vicente do Sul - RS in the 2021/2022 harvest. The experimental design used was randomized blocks, with treatments arranged in a factorial 8 x 2, consisting of eight corn hybrids, with and without fungicide application, in a subdivided plot, with fungicide application in bands. Low rainfall and lower disease inoculum pressure contribute to reducing helminthosporiosis severity and disease progression rate in maize. The digital severity

measurement methods and the diagrammatic scale showed similarity. The use of preventive fungicide in the corn crop at the V8 and pre-flowering stages did not show positive results for grain yield. The characters grain length, number of rows per ear and grain weight per ear are characters that show a high magnitude of association with grain yield in maize with and without fungicide application.

Key words: *Zea mays* L.. Diagrammatic scales. Preventive fungicide.

4.1.1 Introdução

A cultura do milho (*Zea mays* L.) abrange várias regiões do Brasil, com diferentes características de clima, solo e nível de tecnologia aplicado, fatores que se relacionam diretamente com o aparecimento de doenças. Assim, mais de 20 doenças já foram identificadas no milho. Contudo, pela frequência e intensidade em que ocorrem, somente algumas apresentam importância econômica e maior incidência sobre a cultura (RODRIGUES SOUZA et al., 2018).

Assim como ataque de patógenos, o cultivo dessa espécie está sujeito a diversos fatores devido a sua ampla distribuição geográfica e alta variabilidade gênica, as mudanças no sistema de plantio do milho estão relacionadas principalmente à intensificação da produção de soja no Brasil e a fenômenos meteorológicos como El Niño e La Niña. Segundo Guedes et al. (2019) El Niño e La Niña são caracterizados, respectivamente, pelo aquecimento e resfriamento anormal das águas do Oceano Pacífico Equatorial central e leste. Fazendo com que haja um deslocamento nos períodos de semeadura da cultura, acarretando na diversidade dos sistemas de produção.

Entre as doenças mais relevantes que limitam o potencial de produção, destacam-se as doenças foliares: a Ferrugem Polisora (*Puccinia polysora*), Helmintosporiose (*Helminthosporiose turcicum*), Cercosporiose (*Cercospora zae-maydis*) e Mancha Branca (*Pantoea ananatis*) (COTA et al., 2013).

O início de uma epidemia é marcado pelo aparecimento da primeira lesão em uma planta hospedeira, porém, para que esta lesão tenha surgido foi necessário que o patógeno tenha sido produzido e sobrevivido em algum lugar para depois ser transportado e depositado sobre um hospedeiro saudável, dando continuidade ao seu ciclo. O desenvolvimento de doenças infecciosas é caracterizado pela sobrevivência, disseminação, infecção, colonização e reprodução do patógeno (CAMERA et al., 2020).

A helmintosporiose é causada pelo fungo *Exserohilum turcicum* (Pass.) K. J. Leonard & E. G. Suggs (sinônimos *Helminthosporium turcicum*). A forma perfeita do patógeno é *Setosphaeria turcica* (Luttrell) K. J. Leonard & E. G. Suggs (sinônimo *Trichometasphaeria turcica* Luttrell) (COTA et al., 2013). Seus sintomas são caracterizados por lesões necróticas de 2,5 até 15 cm de comprimento, podendo ter coloração de verde-cinza, até marrom. As primeiras lesões da doença aparecem nas folhas mais velhas e pode ocorrer queima total do limbo foliar em casos de infecções mais severas (COTA et al., 2013).

Durante as epidemias de *Exserohilum turcicum*, a incidência da doença nas plantas pode chegar a 100%, resultando em queda significativa na produtividade. Epidemias esporádicas ocorrem com maior frequência nas regiões sul e oeste do Brasil, onde causam perdas severas de até 50% da produção de grãos (DE ROSSI et al, 2015).

O patógeno é capaz de sobreviver em colmos e folhas infectadas, e sua disseminação é feita pelo vento, capaz de transportar conídios a longas distâncias (CASELA et al., 2006). As condições climáticas favoráveis para a ocorrência de epidemias são aquelas com temperatura do ar entre 20°C a 25°C e umidade relativa do ar alta, acima de 90% (COTA et al., 2013).

No entanto, além de conhecer a etiologia e a sintomatologia de uma doença é imprescindível quantificar a intensidade dos sintomas (TROJAN; PRIA, 2018). Uma ferramenta para quantificar são as escalas diagramáticas projetada para determinar a quantidade ou intensidade da doença em folhas e frutas. A popularidade dos computadores e das câmeras digitais facilitou o desenvolvimento da escala diagramáticas, bem como, usar a análise de imagem para avaliar a severidade. Este último método permite medir a severidade, o tamanho da lesão, a classificação das lesões quanto ao tamanho e o número de lesões por folha ou por área, facilitando a correlação entre o sintoma e a área foliar.

A avaliação de escalas diagramáticas com aferição de notas manualmente em comparação com ferramentas digitais como o pacote Pliman do R são limitadas para a cultura do milho. Neste sentido, o trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do uso da avaliação digital de helmintosporiose, associado a utilização de fungicida preventivo em híbridos de milho em ambientes de baixa altitude no sul do Brasil, em ano com a presença do fenômeno La Niña.

4.1.2 Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos na safra 2021/2022 nos municípios de Santa Maria/RS (29° 43' 28" S, 53° 43' 41" W e altitude de 95 m) e São Vicente do Sul/RS (29° 42' 27" S, 54° 41' 34" W e altitude de 129 m). As sementeiras dos experimentos ocorreram nos dias 15 de setembro de 2021 no município de Santa Maria/RS e 29 de outubro de 2021, no município de São Vicente do Sul/RS. O delineamento experimental adotado nos experimentos foi de blocos completos ao acaso com aplicação do fungicida em faixa, com cinco repetições no experimento 1 em Santa Maria-RS e quatro repetições no experimento 2 São Vicente do Sul-RS. A parcela principal foi composta por híbridos, onde cada parcela foi constituída com cinco fileiras de sementeira em espaçamento reduzido 0,50 m entre fileiras e 10 m de comprimento com população final de 70.000 plantas ha⁻¹.

Os tratamentos foram constituídos por dois fatores de tratamento, com e sem uso de fungicida e por oito híbridos de milho. A parcela principal foi formada pelo fator híbrido de milho e a subparcela composta por dois níveis do fator fungicida (com e sem) em faixa. A parcela principal foi composta pelos híbridos: AGROCERES 8690, AGROESTE 1757, BREVANT 2401, BREVANT 2418, DEKALB 240, FORSEED 670, PIONEER 3016, e SYNGENTA FERROZ.

As unidades experimentais foram adubadas com base na interpretação da análise do solo realizada nas áreas experimentais anterior a instalação dos experimentos e considerando as recomendações do manual de adubação e calagem para a cultura do milho, utilizando uma expectativa de produção de 12 t ha⁻¹ (CQFS-RS/SC, 2016). A adubação de fósforo e potássio foi realizada concomitantemente com a operação de sementeira no sulco de plantio com o auxílio sementeira com sulcadores. A adubação nitrogenada foi realizada através da aplicação do fertilizante ureia (46-00-00) na dose de 320 kg ha⁻¹, sendo 50% do total da dose aplicado quando a cultura encontrava-se no estágio de V4 e o restante dos 50% aplicado quando a cultura encontrava-se no estágio de V6.

A aplicação de fungicida ocorreu de modo preventivo, iniciando a aplicação quando a cultura do milho se encontrava no estágio de V8 e a segunda aplicação ocorreu quando a cultura do milho encontrava-se no estágio VT (pré-Florescimento) (MOTERLE; SANTOS, 2019). O fungicida utilizado no experimento é do grupo químico estrobilurina e triazol, com ingrediente ativo de (Trifloxistrobina 375 g/L e Ciproconazol 160 g/L, Suspensão Concentrada (SC)) sendo a dose utilizada de 0,2 L p.c./ha, para as aplicações do tratamento fungicida utilizou-se um pulverizador elétrico pressurizado equipado com bicos Teejet Extended Range 110.02

espaçados em 0,5 cm fornecendo 200 L ha⁻¹ de água. Os demais tratos culturais foram adotados conforme as indicações técnicas para a cultura do milho no Estado do RS (EMBRAPA, 2017).

Para avaliação dos componentes de rendimento foi utilizado oito plantas por parcela, localizadas na área útil das parcelas, onde foram avaliados: o comprimento de espiga (CE em cm), número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileira (NGE), diâmetro de espiga (DE em cm), diâmetro de sabugo (DS em cm), comprimento de grão (CG em mm), peso de grãos por espiga (PGE em g), umidade da parcela e massa de 1000 grãos (MMG em g).

O comprimento de espigas foi medido com auxílio de uma régua milimetrada de 50 cm e o número de fileiras e grãos por fileiras foram contados individualmente em cada espiga. O diâmetro de espiga e o diâmetro de sabugo foram medidos com um paquímetro analógico, realizando a aferição no ponto médio do comprimento da espiga e o comprimento dos grãos foram calculados a partir da diferença entre os diâmetros.

As espigas coletadas foram debulhadas manualmente e após a debulha foi efetuado a medida do diâmetro do sabugo. Os grãos debulhados foram pesados em uma balança digital para obter o peso dos grãos para cada espiga avaliada. Ao final das avaliações individuais das espigas de cada parcela, retirou-se uma amostra homogeneizada com os grãos das espigas avaliadas e então foi realizada a contagem de 100 grãos, com duas repetições, e posteriormente utilizando a média dessas contagens, multiplicando por 10 para obter a massa de mil grãos.

A partir dessa mesma amostra verificou-se a umidade de parcela através do analisador portátil de umidade, realizando duas repetições e utilizando a média dessas verificações. A umidade foi corrigida para 13%. Por fim, foi estimada a produtividade de grãos (PROD) por hectare de cada parcela com o peso das oito espigas.

Para avaliação de severidade foi utilizado a escala diagramática para avaliação de severidade de helmintosporiose comum em milho (*Zea mays*) causada por *Exserohilum turcicum*, desenvolvida por Lazaroto et al (2012). Foram realizadas três avaliações de severidade, em V8 antes da primeira aplicação de fungicida, para mensuração da severidade de doenças existentes na área, em VT (pré-Florescimento), que coincide com a segunda aplicação e 15 a 20 dias após a segunda aplicação e R3. No estágio R3 foi mensurado a severidade por meio digital (uso de smartphone para confecção de imagens) foi efetuada a coleta de 2 plantas por subparcela, para confecção das imagens digitais, das folhas de milho e posteriormente análise das mesmas. Para as avaliações visuais foram consideradas todas as folhas, estimando o percentual de área lesionada pela doença na folha pela escala diagramática. Já a avaliação digital foi mensurada apenas as folhas da espiga e acima da mesma, por método destrutivo, com auxílio de um smartphone para confecção das mesmas. Durante os estudos observaram-se

sintomas iniciais de Ferrugem Polysora (*Puccinia polysora*), Cercosporiose (*Cercospora zeae-maydis*) porém em baixa intensidade, não sendo possível a mensuração das mesmas, onde foi possível fazer a mensuração apenas de helmintosporiose.

Os dados foram inicialmente analisados quanto a aderência dos resíduos, a distribuição normal e a homogeneidade das variâncias dos tratamentos, por meio dos testes de Shapiro Wilk ($p < 0,05$) e Bartlett ($p < 0,05$), os quais identificaram o atendimento dos pressupostos estatísticos. Posteriormente, os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) para determinar os possíveis efeitos de tratamentos e interação. Quando verificado efeito significativo pelo teste F ($p < 0,05$), foram procedidas as devidas análises complementares, sendo aplicado o teste de Scott-Knott, a 5% de significância ($P > 0,05$). As análises foram realizadas com o auxílio do software R (R core Team, 2022).

Os dados de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar, foram obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), registrados na estação meteorológica de superfície automática de Santa Maria e São Vicente do Sul -RS, localizada na UFSM e IFFar Campus São Vicente do Sul, próximo à área experimental, sendo estes utilizados para monitorar o status hídrico da cultura do milho em condição de campo.

Para mensuração das lesões nas imagens digitais foi utilizado o pacote Pliman do Software R (OLIVOTO, 2021), que é uma suíte para realizar diversas análises em imagens de plantas, principalmente relacionadas à análise foliar, incluindo: mensurar área foliar, recontar objetos em uma imagem calcular doença - área sintomática, extrair valores RGB para cada objeto em uma imagem cálculo de medidas de objetos. E para aplicação da metodologia de estudo de análise de trilha utilizou-se a função `path_coeff()` do pacote `metan` (OLIVOTO; LÚCIO, 2020).

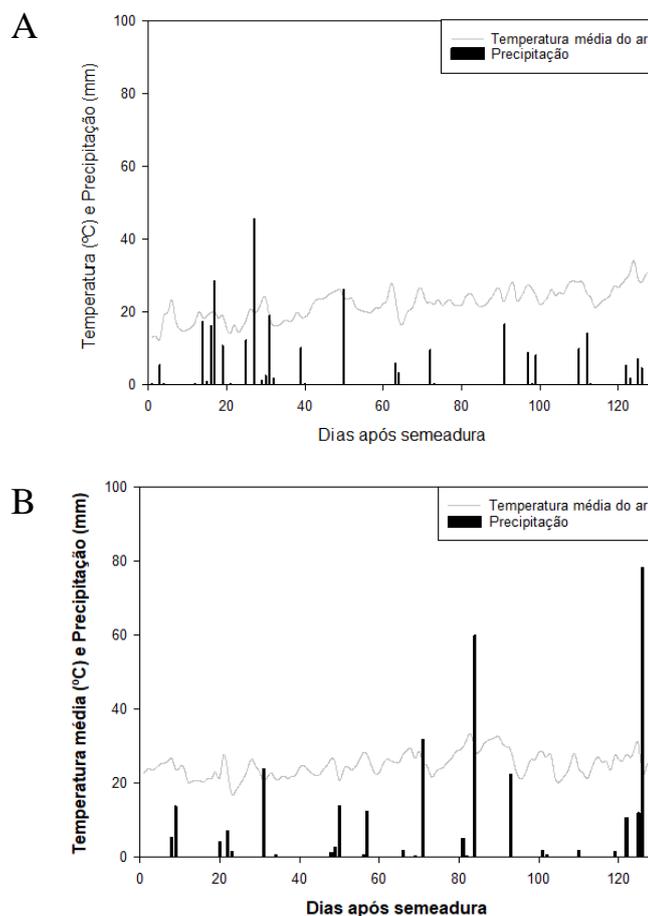
Utilizou-se o teste de multicolinearidade de correlações, de acordo com os critérios de Montgomery; Peca; Vining (2013), usando autovalores da matriz correlação e número de condição (NC). NC foi estimado dividindo-se o maior autovalor pelo menor autovalor. Se a condição for menor que 100, a multicolinearidade considerada é fraco, se estiver entre 100 e 1000, é considerado moderado a forte, e se estiver acima de 1000, é considerado severa, segundo os critérios de Montgomery; Peca; Vining (2013). Diagnóstico de multicolinearidade e quão grande é a variância do coeficiente "inflado", por meio do teste do fator de inflação de variância (VIF). Valores acima 10 implicam multicolinearidade (CAPP, E.; NIENOV, O. H. 2020). Depois da análise, foram selecionadas 10 variáveis (AP) altura de planta, comprimento de espiga (CE), comprimento de grão (CG), diâmetro de sabugo (DS), massa de mil grãos (MMG) e número de fileiras (NF), severidade digital (SEVD), severidade em R2-R3

(SEVR2R3) e severidade no pré-florescimento (SEVVT) para análise de trilha, analisados em dois experimentos com o uso de fungicidas e sem uso de fungicidas.

4.1.3 Resultados e Discussão

A precipitação acumulada durante a condução dos experimentos foi de 388,4 mm no experimento 1 e 403,8 mm no experimento 2 (Figura 1 A e B). Os baixos índices pluviométricos registrados durante o ciclo da cultura do milho, proporcionou redução da expectativa de produtividade a cultura e incidência de outras doenças.

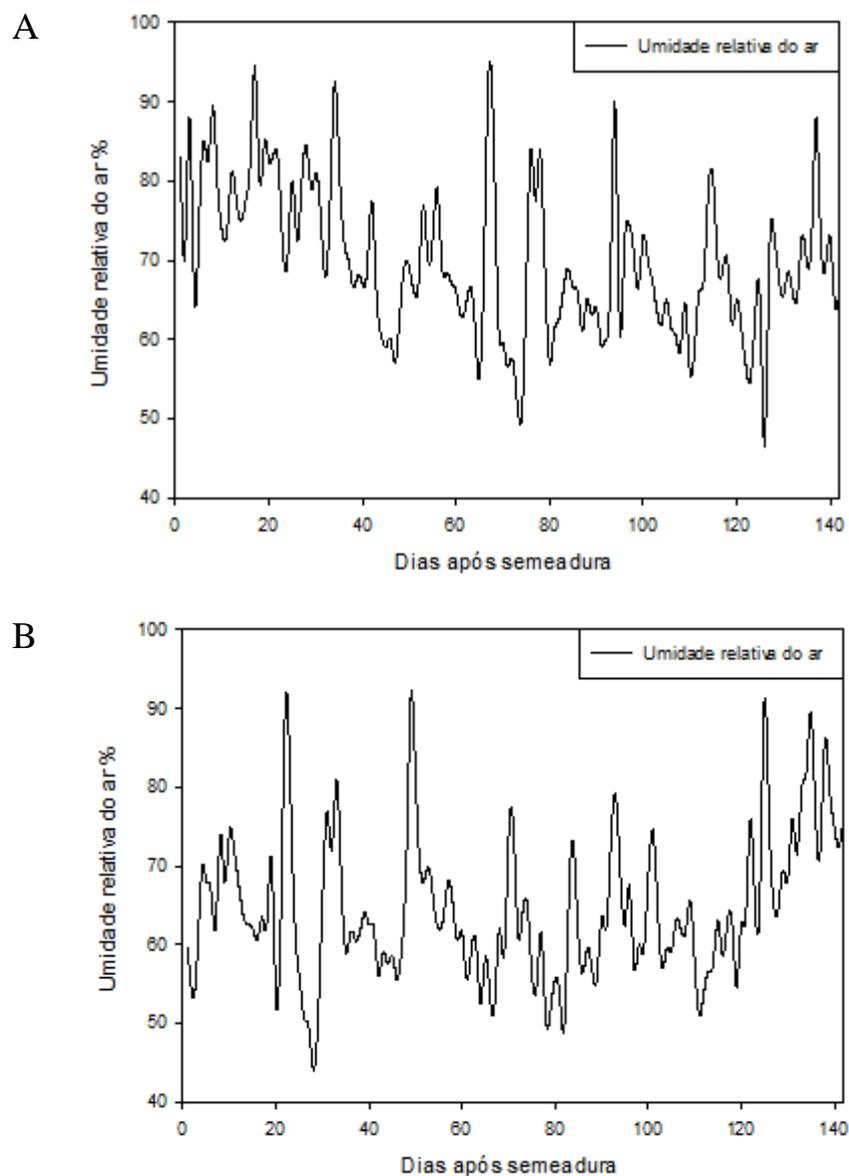
Figura 1. Volumes de precipitação pluvial e médias diárias de temperatura do ar durante a condução dos experimentos 1 (A) e experimento 2 (B) na safra 2021/22. De acordo com dados obtidos na estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia, instalada no Campus da Universidade Federal de Santa Maria e instituto Federal Farroupilha Campus São Vicente do Sul. Santa Maria, RS, 2022.



Fonte: Autor (2023).

Segundo Borém et al (2017) a necessidade hídrica do milho para suprir a capacidade de obtenção dos tetos produtivos das variedades está situada na faixa de 400 a 600 mm por ciclo produtivo. A temperatura média do ar durante o experimento foi de 22,64 °C no experimento 1 e de 24,93 °C no experimento 2, e umidade relativa do ar média de 69,54% experimento 1 e de 64,52% no experimento 2 (Figura 2. A e B). Estas características de temperaturas amenas aliadas a umidade relativa do ar acima de 60% ocorridas durante o ciclo dos experimentos podem ser o fator principal para a ocorrência da helmintosporiose no experimento.

Figura 2. Umidade relativa do ar registrados no período de avaliação da primeira safra, do experimento 1 (A) e experimento 2 (B) safra 2021/22.



Fonte: Autor (2023).

A ocorrência de *Exserohilum turcicum* ocorre principalmente em locais com temperaturas de 18 a 27 °C e umidade relativa média a alta (CAMERA et al., 2020). As condições ambientais favoráveis são de 18 a 27 °C, com umidade relativa média a alta durante o desenvolvimento da cultura. Dourado neto e Fancelli (2000) observaram grandes perdas de produção, particularmente em condições de alta umidade relativa do ar e temperaturas amenas. Em regiões com temperaturas noturnas moderadas e períodos intermitentes de tempo nublado, as lesões têm desenvolvimento acentuado pela baixa luminosidade.

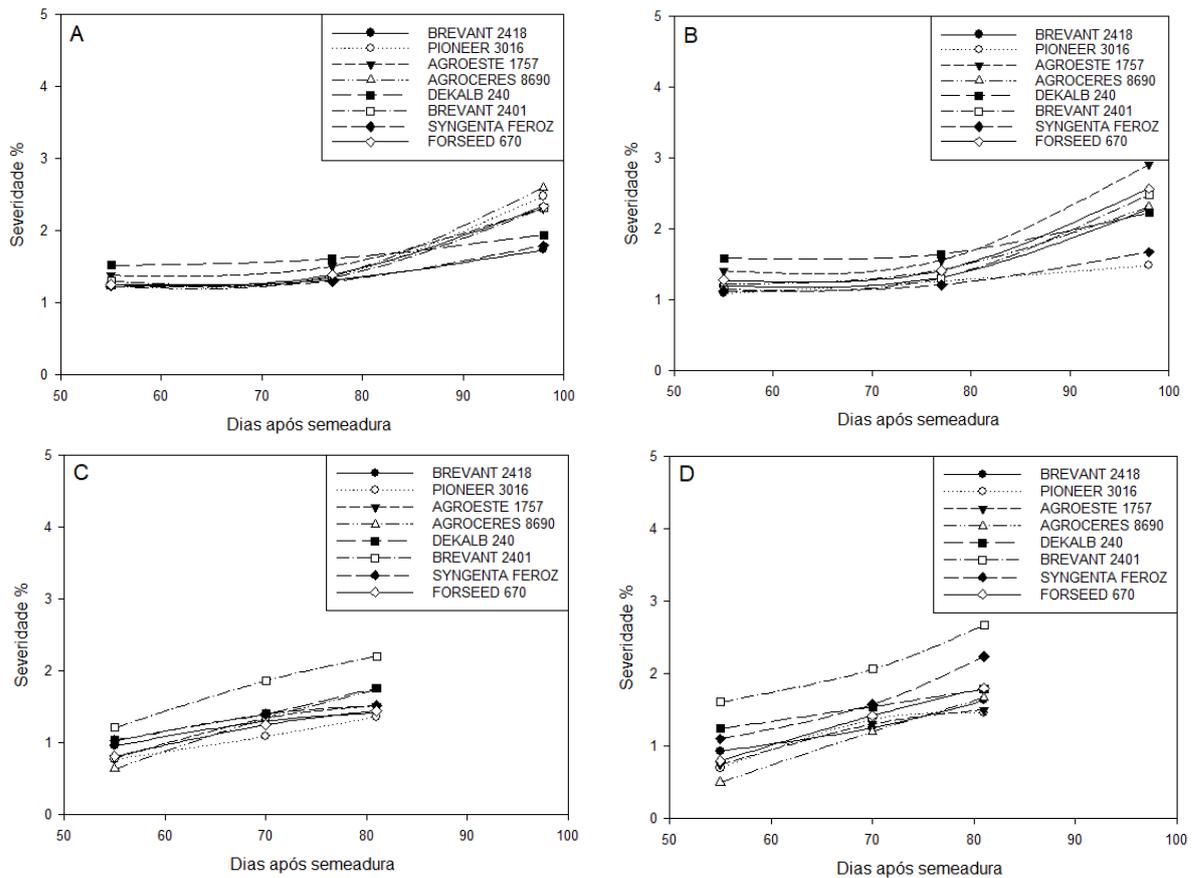
Observou-se nas (Figuras 3A, 3B, 3C e 3D) a progressão de helmintosporiose sobre as folhas de milho em ambos os experimentos instalados, sendo os primeiros sinais da doença observados a partir dos 50 dias após a semeadura do milho. Os sintomas observados foram lesões necróticas com uma coloração palha com distribuição desuniforme dos sintomas sobre as folhas, com dimensões entre 5-8 cm de comprimento com 2-3 cm de largura. Os sintomas observados corroboram com os resultados observados por (COTA et al., 2013) onde em seus experimentos descreve as lesões da helmintosporiose com coloração palha ou escura, com bordas bem definidas, largas, alongadas e grandes, com cerca de 2 a 15 cm de comprimento, e uma distribuição irregular na planta com propensão à coalescência.

Não houve diferença estatística e para o fator fungicida, com e sem aplicação de fungicida, entretanto observou-se que a aplicação de fungicidas condicionou a uma redução da incidência de helmintosporiose na média dos dois ensaios realizados, apesar das distintas condições meteorológicas e dos híbridos utilizados. Analisando a Figura 3B nota-se que o híbrido AGROESTE 1757 apresentou maior severidade de helmintosporiose aos 98 dias após a semeadura, com 2,9% de severidade, no experimento 1, demonstrando maior sensibilidade a presença do patógeno, justificando valores reduzidos pelas condições ambientais, com baixa umidade relativa do ar presentes nos dois experimentos.

Durante a condução dos ensaios observou-se o baixo índice de helmintosporiose nos diferentes híbridos, e em diferentes momentos. Mesquini et al. (2020) observou altas precipitações o aos 80 e 100 dias após a semeadura da cultura, a qual observou que neste momento as epidemias foram mais explosivas, onde a média de temperatura do ar foi de 20 °C e a umidade relativa entre 70% a 98%.

Segundo catálogos dos híbridos do estudo, a resistência genética dos híbridos de milho, a mancha foliar de Helmintosporiose, verificou-se que os híbridos Agroeste 1757 e Forseed 670 não possuem informações; o híbrido Agrocerees 8690 é tolerante a doença; e os híbridos Brevant 2401, Brevant 2418 e Syngenta Feroz são moderadamente tolerantes; Dekalb 240 é moderadamente suscetível; e Pioneer 3016 é suscetível a helmintosporiose.

Figura 3. Curva de progresso de helmintosporiose em híbridos de milho, (A) com aplicação de fungicida e (B) sem fungicida, experimento 1, (C) com aplicação de fungicida e (D) sem fungicida, experimento 2.



Fonte: Autor (2023).

Não houve interação significativa Híbrido \times Fungicida no experimento 1 e 2, para estimativas de severidade utilizando Escala diagramática e Análise digital de imagens (Tabela 1 e 2). Verificou-se que, na média da severidade, obteve-se diminuição de severidade com o uso de fungicida nos dois ambientes de estudo.

Trojan (2018) verificou que o uso de escalas diagramáticas, proporcionou uma melhor acurácia dos valores estimados de severidade em milho, mesmo para avaliadores com certa experiência. Na tabela 2 estão apresentadas notas de severidade estimadas por avaliação digital de imagens, uso do software R, onde podemos observar que os valores estimados, são similares aos da tabela 1, vale ressaltar a segmentação dos objetos é uma etapa fundamental para a análise de imagens, o fundo das imagens precisa conter elementos com baixo contraste com o primeiro plano, como plantas, folhas e solo (OLIVOTO, 2022). Outras fontes de ruído são gradientes de luminosidade e superexposição.

Tabela 1 – Severidade da doença helmintosporiose, avaliado com auxílio de escala diagramática, para oito híbridos de milho, quando submetidos a aplicação de fungicida (CF) e sem aplicação de fungicida (SF).

Híbridos	Severidade R2-R3			
	Experimento 1		Experimento 2	
	SF	CF	SF	CF
Dekalb 240	1,18*ns	1,34	0,90*ns	0,69
Brevant 2401	2,01	1,49	1,36	1,52
Pioneer 3016	1,27	1,08	0,57	1,21
Agroeste 1757	0,85	0,79	1,85	1,37
Forseed 670	1,64	1,15	1,60	1,68
Agrocerec 8690	0,35	0,87	1,37	0,78
Syngenta Feroz	1,93	0,82	0,75	1,29
Brevant 2418	1,28	0,45	1,63	0,69
Média	1,31*ns	1,00	1,25*ns	1,15
CV 1 - F (%)	74,71%		95,27%	
CV 2 - H (%)	19,37%		49,58%	
CV 3 - F*H (%)	75,64%		80,27%	

*ns = não significativa. Coeficiente de variação (CV%), Fungicida (F) Híbrido (H).

Fonte: Autor (2023).

Tabela 2 – Severidade da doença helmintosporiose, avaliação digital com pacote Pliman, para oito híbridos de milho, quando submetidos a aplicação de fungicida (CF) e sem aplicação de fungicida (SF).

Híbridos	Severidade R2-R3			
	Experimento 1		Experimento 2	
	SF	CF	SF	CF
Dekalb 240	1,07*ns	0,63	1,96*ns	1,52
Brevant 2401	2,05	1,36	2,98	1,91
Pioneer 3016	1,97	0,60	1,69	1,62
Agroeste 1757	2,38	1,65	0,86	0,75
Forseed 670	2,20	1,74	2,34	1,79
Agrocerec 8690	1,78	1,73	0,22	1,14
Syngenta Feroz	0,93	0,75	3,18	1,35
Brevant 2418	1,71	0,65	1,88	0,29
Média	1,76*ns	1,14	1,89*ns	1,30
CV 1 - F (%)	78,53%		115,80%	
CV 2 - H (%)	86,96%		109,35%	
CV 3 - F*H (%)	104,57%		114,61%	

*ns = não significativa. Coeficiente de variação (CV%), Fungicida (F) Híbrido (H).

Fonte: Autor (2023).

Essas pequenas divergências nas duas tabelas têm relação direta com a baixa severidade encontrada nos experimentos, e pela presença de outras doenças as quais não foram possíveis de serem estimadas visualmente por sua baixa insistência e severidade.

A PROD permaneceu abaixo do esperado, nos referentes estudos. Podemos observar a PROD dos 8 híbridos de milho para os experimentos 1 e 2 (Tabela 3), não houve diferença estatística para o fator fungicida, apenas diferença estatística para o fator híbrido. Observamos a formação de 3 grupos no experimento 1, onde o primeiro grupo foi formado pelo híbrido PIONEER 3016, a qual diferiu estatisticamente dos demais híbridos com e sem aplicação de fungicida pelo teste de Scott-Knott, a 0,05% de significância, alcançando uma PROD de 10.475,97 kg ha⁻¹ com o uso de fungicida e 9.200,51 kg ha⁻¹ sem uso de fungicida. Já o grupo 2 foi composto pelos híbridos, AGROESTE 1757, AGROCERES 8690, BREVANT 2418, DEKALB 240, SYNGENTA FERROZ, BREVANT 2401, com PROD de 8.130,58, 7.495,68, 7.461,91, 7.149,4, 6.454,66 e 6.413,83 kg ha⁻¹ com uso de fungicida e PROD de 8.328,59, 7.868,38, 7.498,72, 6.653,14, 5.828,72, 5.874,4 kg ha⁻¹ sem uso de fungicida, e grupo 3 formado pelo híbrido FORSEED 670, PROD de 3.837,65 kg ha⁻¹ com uso de fungicida e 2.695,48 kg ha⁻¹ sem uso de fungicida.

Tabela 3. Produtividade de grãos de híbridos comerciais de milho, cultivadas no município de Santa Maria - RS e São Vicente do Sul - RS, submetido a aplicação de fungicida (CF) e sem aplicação (SF), na safra 2021/22.

Híbridos	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)			
	Experimento 1		Experimento 2	
	SF	CF	SF	CF
Pioneer 3016	9.200,51 a	10.475,97 a	10.330,02 a	8.566,99 a
Agroeste 1757	8.328,60 b	8.130,59 b	9.912,87 a	9.414,16 a
Agrocerees 8690	7.868,38 b	7.495,68 b	8.037,35 b	7.080,03 b
Brevant 2418	7.498,72 b	7.461,91 b	6.903,49 c	7.835,85 a
Dekalb 240	6.653,15 b	7.149,40 b	8.169,61 b	6.860,61 b
Syngenta Feroz	5.828,72 b	6.454,66 b	6.459,26 c	6.100,83 b
Brevant 2401	5.874,40 b	6.413,84 b	4.890,82 c	4.792,10 b
Forseed 670	2.695,48 c	3.837,65 c	146,1 d	342,48 c
Média	6.743,49 *ns	7.177,46	6.856,20 *ns	6.374,14
CV 1 - F (%)	26,29		25,10	
CV 2 - H (%)	10,59		17,98	
CV 3 - F*H (%)	17,22		14,34	

*ns = não significativa; *médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de significância (P>0,05).

Observar a PROD dos híbridos de milho, no experimento 2 (Tabela3). Verificou-se a formação de 3 grupos com aplicação de fungicida e a formação de 4 grupos sem aplicação de fungicida. Observou-se que com a aplicação de fungicida os híbridos AGROESTE 1757, PIONEER 3016 e BREVANT 2418 diferiram estatisticamente dos demais híbridos pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância, alcançando PROD de 9.414,16; 8.566,99 e 7835,85 kg ha⁻¹. Grupo 2, AGROCERES 8690, DEKALB 240, SYNGENTA FERROZ e BREVANT 2401, alcançando PROD de 7.080,03, 6.860,61, 6.100,83 e 4.792,10 kg ha⁻¹. E Grupo 3 formado pelo híbrido FORSEED 670 com PROD de 342,48 kg ha⁻¹.

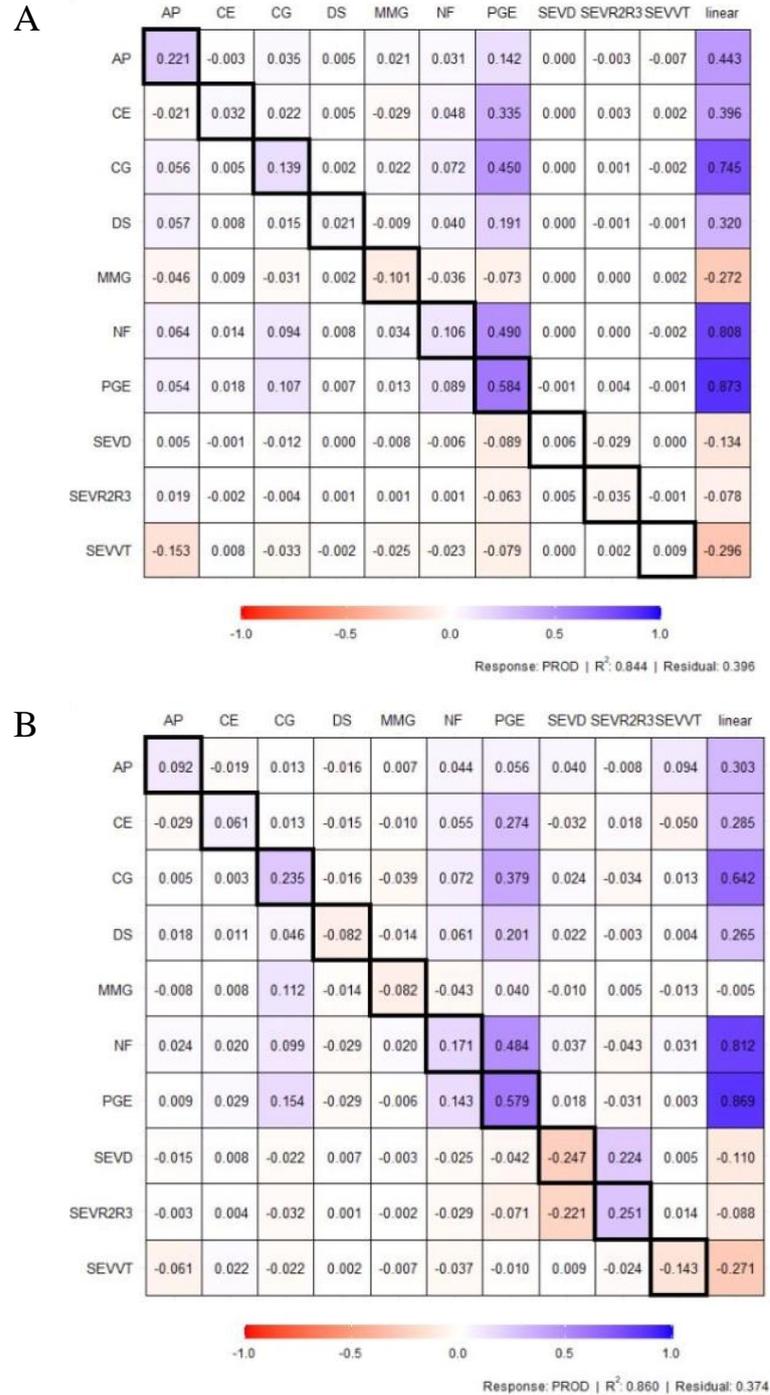
Sem aplicação de fungicida, os híbridos PIONEER 3016 e AGROESTE 1757, formam o Grupo 1 as quais diferiram estatisticamente dos demais híbridos, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância, alcançando PROD de 10.330,02 e 9.912,87 kg ha⁻¹. Grupo 2 formado pelos híbridos DEKALB 240 e AGROCERES 8690, com PROD de 8.169,61 e 8.037,35 kg ha⁻¹. Grupo 3 formado pelos híbridos BREVANT 2418, SYNGENTA FERROZ e BREVANT 2401, PROD de 6.903,49, 6.459,26 e 4.890,82 kg ha⁻¹. E Grupo 4 formado pelo híbrido FORSEED 670 com PROD de 146,1 kg ha⁻¹.

O rendimento do grão de milho depende linearmente do volume de água disponível, sendo a distribuição das chuvas mais importante do que a quantidade, sendo a ocorrência de déficit hídrico comum à cultura no estado do Rio Grande do Sul (MATZENAUER; MACHADO, 2002).

Ao estudar as relações de causa e efeito entre as variáveis (Figura 4), os caracteres CG, NF, PGE apresentam efeito positivo com a PROD nos tratamentos com a aplicação de fungicidas (A) (0,745, 0,808, 0,873, respectivamente). Obteve-se resultado semelhante com mesma direção entre os tratamentos, (B) (0,642, 0,812, 0,869, respectivamente). Constatou-se que as variáveis AP, CE, CG, DS e MMG apresentaram maior magnitude nas relações lineares com uso de fungicida na cultura do milho em relação sem aplicação.

Esses resultados, tem relação direta com a conclusão de Bortolini e Gheller (2012) onde a aplicação de fungicida proporciona incremento significativo de produtividade de milho. Desta forma, fica claro que o manejo dos fungicidas aplicados na cultura do milho afeta a relação entre as variáveis, alterando as estimativas dos coeficientes das correlações, e os efeitos diretos e indiretos entre as variáveis obtidas na análise causal (EGGERS, 2022).

Figura 4. Correlação linear (linha vertical), estimativa dos efeitos diretos (diagonal) e efeito indiretos (linha horizontal) dos caracteres (AP) altura de planta, comprimento de espiga (CE), comprimento de grão (CG), diâmetro de sabugo (DS), massa de mil grãos (MMG) e número de fileiras (NF), severidade digital (SEVD), severidade em R2-R3 (SEVR2R3), severidade no pré-florescimento (SEVVT), sobre a produtividade total de grãos, para tratamentos com utilização de fungicidas (A) e sem utilização de fungicidas (B), coletadas de 144 amostras (dois experimentos) realizados nos municípios de Santa Maria - RS, e São Vicente do Sul -RS.



Fonte: Autor (2023).

O caráter severidade no pré-florescimento (SEVVT) foi o mais negativamente associado a PROD nos tratamentos onde foram aplicados fungicidas (-0,296), indicando que maior severidade em pré-florescimento, se relaciona negativamente com a PROD. Observasse em ambas análises, relações negativas com severidade, em SEVVT, SEVR2R3 e SEVD, tendo uma relação de maior magnitude em SEVVT, demonstrando assim que o manejo com fungicidas interfere nas relações lineares.

Desta forma, híbridos com alto potencial produtivo associado ao manejo fitossanitário adequado condicionam maior produtividade de grãos e ganhos econômicos. Desta forma torna-se necessário a realização de novos estudos utilizando novos híbridos de milho, associado a manejos de produtos fungicidas, principalmente em anos com maior precipitação, que favoreça a incidência de doenças.

4.1.4 Conclusões

A baixa precipitação pluviométrica e menor pressão de inóculo de doenças, contribuem para reduzir a severidade de helmintosporiose e taxa de progresso da doença na cultura do milho em ambiente de baixa altitude no sul do Brasil.

Os métodos de mensuração de severidade digital e por escala diagramática, apresentaram similaridade, em anos com a presença do fenômeno La Niña.

O uso de fungicida preventivo na cultura do milho nos estádios V8 e pré- florescimento não apresentou resultados positivos para produtividade de grãos em ambientes com a presença do fenômeno La Niña.

Os caracteres comprimento de grãos, número de fileiras por espiga e peso de grão por espiga são caracteres que apresentam alta magnitude de associação com a produtividade de grãos na cultura do milho com e sem aplicação de fungicida. Os caracteres severidade digital, severidade em R2-R3 e severidade no pré-florescimento demonstraram associação negativa com as avaliações de severidade.

4.1.5 Referências

BORTOLINI, Alexandre Moises Mazarro; GHELLER, Jorge Alberto. **Aplicação de diferentes fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho em relação à produtividade.** Revista Brasileira de Energias Renováveis, Cascavel, v. 1, p. 109-121, 2012.

BORÉM, Aluízo; GALVÃO, João Carlos Cardoso; PIMENTEL, Marco Aurélio (Ed.). **Milho: do plantio à colheita**. Editora UFV, 2017.

CAPP, Edison; NIENOV, Otto Henrique. **Bioestatística quantitativa aplicada**, 1 ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2020.

CASELA, Carlos Roberto; FERREIRA, Alexandre da Silva; PINTO, Nicésio Filadelfo J. de Almeida. **Doenças na cultura do milho**. Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2006

CAMERA, Juliane Nicolodi et al. **Expansão da lesão da helmintosporiose em diferentes híbridos de milho**. HOLOS, v. 8, p. 1-12, 2020.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, 2016.

COTA, Luciano Viana et al. **Histórico e perspectivas das doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 7 p. (Circular Técnica, 193). 2013.

DE ROSSI, Roberto Luis; REIS, Erlei Melo; BRUSTOLIN, Ricardo. **Morfologia de conídios e patogenicidade de isolados de Exserohilum turcicum da Argentina e do Brasil em milho**. Summa Phytopathologica, v. 41, p. 58-63, 2015.

DOURADO NETO, Durval; FANCELLI, Antonio Luiz. **Produção de milho**. Guaíba, Agropecuária, p. 360, 2000.

EGGERS, Henrique Schaf. **Relação entre caracteres agronômicos na cultura de milho associado ao manejo de fungicida**. Dissertação de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria. 2022. Disponível em: (<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/26325>) acessado em: 27 jan. de 2023.

EMBRAPA-Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuaria. **Indicações Técnicas para o Cultivo de Milho e de Sorgo no Rio Grande do Sul**. Safras 2017/2018 e 2018/2019. IFRS, Embrapa Sertão, n 45, 2017.

GUEDES, Hugo Alexandre Soares; PRIEBE, Priscila dos Santos; MANKE, Emanuele Baifus. **Tendências em séries temporais de precipitação no Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 34, p. 283-291, 2019.

LAZAROTO, Adriana et al. **Escala diagramática para avaliação de severidade da helmintosporiose comum em milho**. Ciência Rural, Santa Maria, v.42, n.12, p.2131-2137, 2012.

MESQUINI, Renata Moreschi et al. **Progresso temporal de doenças da cultura do milho**. Summa Phytopathologica, v. 46, p. 140-144, 2020.

MONTGOMERY, Douglas C.; PECK, Elizabeth A.; VINING, Geoffrey G. **Introduction to linear regression analysis: Wiley series in probability and statistics**. 5 ed., 2013.

MATZENAUER, Ronaldo; MACHADO, Flávio Alves. **Disponibilidade hídrica para a cultura do milho em anos de El Niño, La Niña e neutros, nas regiões climáticas do Planalto Médio e Depressão Central do Rio Grande do Sul.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.10, p.67-74, 2002

MOTERLE, Lia Mara; DOS SANTOS, Renato Frederico. **Época de aplicação de fungicida na cultura do milho segunda safra.** Colloquium Agrariae, v. 15, n. 2, p. 61-71, 2019.

OLIVOTO, Tiago. **Lights, camera, pliman! An R package for plant image analysis.** Methods in Ecology and Evolution, v. 13, n. 4, p. 789-798, 2022.

OLIVOTO, Tiago; LÚCIO, Alessandro Dal'Col. **Metan: An R package for multi-environment trial analysis.** Methods in Ecology and Evolution, v. 11, n. 6, p. 783-789, 2020.

R Core Team 2022. **R: A Language and Environment for Statistical Computing.**

RODRIGUES SOUZA, Samila Candida et al. Severidade de manchas foliares do milho sob diferentes níveis de adubação nitrogenada. Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science/Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, v. 11, n. 3, 2018.

TROJAN, Daiane Garabeli; PRIA, Maristella Dalla. **Validação de escala diagramática para quantificação da severidade da antracnose da folha do milho.** Summa Phytopathologica, v. 44, p. 56-64, 2018.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A resistência genética dos híbridos e baixa pressão de inóculo de fungos na área de cultivo, associado ao fenômeno La Niña que proporcionou baixos volumes de precipitações e a baixa umidade do ar durante o ciclo da cultura, proporcionam menor número de horas de molhamento foliar a cultura. Conseqüentemente, estes fatores foram desfavoráveis para o desenvolvimento de doenças foliares, havendo baixa incidência e severidade de doença na cultura do milho.

O manejo de fungicidas em híbridos de milho, visando incremento significativo de produtividade de grãos, deve ser recomendada com cautela, principalmente se houver baixa expectativa de produtividade de grãos em anos com baixas precipitações hídricas.

As avaliações de severidade de helmintosporiose são essenciais para quantificação da doença, onde independente do método digital ou por escala diagramática, que resulta em melhor acurácia e precisão nas estimativas realizadas, sendo essas ferramentas de fácil e rápida utilização, que pode ser adotada para auxiliar na avaliação da severidade da helmintosporiose na cultura do milho.

6. REFERÊNCIAS

- BARROS, Hélio Bandeira et al. **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja por meio de métodos uni e multivariado.** Journal of Biotechnology and Biodiversity, v. 3, n. 2, p. 49-58, 2012.
- BERNINI, Cristiani Santos et al. **Seleção fenotípica de híbridos de milho para ambientes de baixa altitude e déficit hídrico.** Nativa, v. 8, n. 2, p. 172-177, 2020.
- BOLZAN, Felipe Tascheto. **Desempenho agrônômico e viabilidade econômica do uso de fungicida em híbridos de milho.** Dissertação de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria. 2022. Disponível em: (<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/26322>) acessado em: 29 de Janeiro de 2023.
- BORTH, Marcos Rafael et al. **Épocas de aplicação de azoxistrobina + mancozebe no controle de mancha branca do milho.** Research, Society and Development, v. 10, n. 2, 2021.
- BORTOLINI, Alexandre Moises Mazarro; GHELLER, Jorge Alberto. **Aplicação de diferentes fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho em relação à produtividade.** Revista Brasileira de Energias Renováveis, Cascavel, v. 1, p. 109-121, 2012.
- CASA, Ricardo T., REIS, Erlei M.; ZAMBOLIM, Laércio (2006). **Doenças do milho causadas por fungos do gênero Stenocarpella.** Fitopatologia Brasileira, 31(5), 427-439. 2006.
- CARDOSO, Milton José et al. **Desempenho de híbridos comerciais de milho no Meio-Norte do Brasil, no ano agrícola 2009/2010.** Boletim de pesquisa e desenvolvimento 99, Ministério da Agricultura Pecuária e abastecimento, 2010
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira: grãos 2021/2022.** Disponível em: <onab.gov.br/ultimas-noticias/4731-safra-2022-23-producao-de-graos-pode-chegar-a-308-milhoes-de-toneladas-impulsionada-pela-boa-rentabilidade-de-milho-soja-e-algodao>. Acesso em 29 de Janeiro 2023.
- CORDEIRO, Ana Paula Assumpção; BERLATO, Moacir Antonio; ALVES, Rita de Cássia Marques. **Tendência do índice hídrico sazonal do Rio Grande do Sul e sua relação com El Niño e La Niña.** Anuário do Instituto de Geociências, v. 41, n. 3, p. 216-226, 2019.
- COTA, Luciano Viana et al. **Monitoramento do uso de fungicidas na cultura do milho no Brasil.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018.
- DUARTE, Rodrigo Pereira; JULIATTI, Fernando César; DE FREITAS, Priscila Trevizam. **Eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho.** Bioscience Journal, v. 25, n. 4, 2009.
- FANTIN, G. M. **Milho: tratar ou não as doenças.** Revista Cultivar: grandes culturas, Pelotas, v. 8, n. 88, p. 28-31, 2006.
- FRITZSONS, Elenice; MANTOVANI, Luiz Eduardo; WREGGE, Marcos Silveira. **Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado de Santa Catarina, Brasil.** Revista Brasileira de Climatologia, v. 18, 2016.

JULIATTI, Fernando Cezar et al. **Eficácia da associação de fungicidas e antibióticos no manejo da mancha branca do milho e seu efeito na produtividade.** Bioscience Journal, v. 30, n. 6, p. 1622-1630, 2014.

KÖRNER, Christian. **The use of ‘altitude’ in ecological research.** Trends in ecology & evolution, v. 22, n. 11, p. 569-574, 2007.

MAPA. Zoneamento Agrícola. disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2021/06/publicado-zoneamento-agricola-do-milho-de-primeira-safra-para-2021-2022>. acesso em: 22 mar. 2023.

MCDONALD, Bruce A.; LINDE, Celeste. **Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance.** Euphytica, v. 124, p. 163-180, 2002.

MATZENAUER, Ronaldo; MACHADO, Flávio Alves. **Disponibilidade hídrica para a cultura do milho em anos de El Niño, La Niña e neutros, nas regiões climáticas do Planalto Médio e Depressão Central do Rio Grande do Sul.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.10, p.67-74, 2002

MOTERLE, Lia Mara; DOS SANTOS, Renato Frederico. **Época de aplicação de fungicida na cultura do milho segunda safra.** In: Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215. p. 61-71. 2019.

PINTO, Nicésio Filadelfo Janssen de Almeida.; SANTOS, Maria Amélia DOS.; WRUCK, Dulândula Silva Miguel. **Principais doenças da cultura do milho.** Informe Agropecuário: Cultivo do milho no sistema de plantio direto, Belo Horizonte, v.27, n.233, p.7-12, 03 jul. 2006. Bimestral.

SANTOS, Emilso Damm dos. **Uso de plantas e mix de plantas de coberturas hibernais associado ao cultivo de milho em condição de baixa altitude.** 2022. Dissertação de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria. 2022. Disponível em: (<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/26806>) acessado em: 29 jan. 2023.

SILVA, Karen Cristina Leite et al. **Diversidade genética em genótipos de milho de plantio tardio sob diferentes níveis de nitrogênio no Tocantins.** Revista de Agricultura Neotropical, v. 6, n. 3, p. 92-100, 2019.

SILVA, Roger Santos et al. **Danos na cultura do milho em função da redução de área foliar por desfolha artificial e por doenças.** Summa Phytopathologica, v. 46, p. 313-319, 2021.

SILVEIRA, FLÁVIO TREVIZOLI et al. **Comportamento de linhagens elites de milho para resistência aos enfezamentos.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 5, n. 03, 2006.

TAIZ, Lincoln. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TOLLENAAR, Matthijs; LEE, Elizabeth. A. **Yield potential, yield stability, and stress tolerance in maize.** Field Crops Research, v. 75, n., p.161–169, 2002.