UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUIZ RODRIGO VIEIRA DE ARAÚJO

# SEVERIDADE DE ESTRIA BACTERIANA *XANTHOMONAS VASICOLA* PV *VASCULORUM* EM DIFERENTES HÍBRIDOS DE MILHO

CURITIBA

2024

LUIZ RODRIGO VIEIRA DE ARAÚJO

# SEVERIDADE DE ESTRIA BACTERIANA *XANTHOMONAS VASICOLA* PV *VASCULORUM* EM DIFERENTES HÍBRIDOS DE MILHO

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

Orientadora: Msc. Maria Gabriela de C. da Rocha
Coorientador: Msc. Alexandre Takahashi

CURITIBA

2024

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a severidade da estria bacteriana (*Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*) e seu impacto na produtividade de diferentes híbridos de milho. O estudo foi realizado durante a safra de verão 2023/2024 no sul do Brasil, em três localidades: Santa Rosa - RS, Campo Erê - SC e Guarapuava - PR. Foram avaliados 24 híbridos em cada local, com duas repetições. A severidade da doença foi avaliada utilizando uma escala de notas de 1 a 9, em que 1 corresponde à menor severidade e 9 à maior. Em Santa Rosa, o híbrido testemunha H1 apresentou severidade de nota 7,5 e produtividade de 6,1375 t $ha^{-1}$, o que representou uma redução de 46,13% em relação à média dos demais híbridos e uma queda de 94,84% quando comparado ao híbrido H12, que obteve a maior produtividade e nota de severidade. Em Campo Erê, o híbrido H1 teve severidade nota 8,0 e produtividade de 11,0830 t $ha^{-1}$, com redução de 11,50% em comparação à média dos outros híbridos. Em ambos os locais, observou-se uma correlação negativa entre a severidade da doença e a produtividade, ou seja, híbridos com maior severidade apresentaram menores produtividades. Nos ambientes de Santa Rosa e Campo Erê, os híbridos de ciclo hiper e super precoce demonstraram maior sensibilidade à doença, com as maiores notas de severidade e menores produtividades. Além disso, observou-se que a produtividade passou a ser significativamente impactada a partir da nota 5 de severidade, o que corresponde a uma severidade superior a 40%. Em Guarapuava, a severidade da doença foi considerada baixa, não havendo diferenças significativas entre os híbridos testados. Nesse ambiente, o grupo de maturação dos híbridos não influenciou a produtividade.



Palavras-chave: Produtividade; milho; bacteriose; fitossanidade.

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the severity of bacterial streak (Xanthomonas vasicola pv. vasculorum) and its impact on the productivity of different corn hybrids. The study was carried out during the 2023/2024 summer harvest in southern Brazil, in three locations: Santa Rosa - RS, Campo Erê - SC and Guarapuava - PR. Twenty-four hybrids were evaluated in each location, with two replicates. Disease severity was evaluated using a grade scale from 1 to 9, where 1 corresponds to the lowest severity and 9 to the highest. In Santa Rosa, the control hybrid H1 presented a severity grade of 7.5 and a productivity of 6.1375 t ha-1, which represented a reduction of 46.13% in relation to the average of the other hybrids and a decrease of 94.84% when compared to hybrid H12, which obtained the highest productivity and severity grade. In Campo Erê, the H1 hybrid had a severity score of 8.0 and a productivity of 11.0830 t ha-1, with a reduction of 11.50% compared to the average of the other hybrids. In both locations, a negative correlation was observed between disease severity and productivity, i.e., hybrids with higher severity had lower productivity. In the environments of Santa Rosa and Campo Erê, the hyper and super early cycle hybrids demonstrated greater sensitivity to the disease, with the highest severity scores and lowest productivity. In addition, it was observed that productivity began to be significantly impacted from severity score 5, which corresponds to a severity greater than 40%. In Guarapuava, the disease severity was considered low, with no significant differences among the hybrids tested. In this environment, the hybrid maturity group did not influence productivity.



Keywords: Productivity; corn; bacteriosis; plant health.

**SUMÁRIO**

**1 INTRODUÇÃO ..... 5**
**2 REVISÃO DE LITERATURA ..... 6**
2.1 CULTURA DO MILHO ..... 6
2.2 ESTRIA BACTERIANA ..... 7
2.3 AVALIAÇÃO DE SEVERIDADE DE DOENÇA ..... 8
2.4 CONTROLE DE ESTRIA BACTERIANA ..... 10
**3 MATERIAL E MÉTODOS ..... 11**
3.1 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO ..... 11
3.2 QUANTIFICAÇÃO DA DOENÇA ..... 13
3.3 ANÁLISE DOS DADOS ..... 14
**4 RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 14**
4.1 SANTA ROSA ..... 14
4.2 CAMPO ERÊ ..... 16
4.3 GUARAPUAVA ..... 19
4.4 DISCUSSÃO ..... 23
**5 CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 24**
**REFERÊNCIAS ..... 25**

## 1 INTRODUÇÃO

O milho é um dos cereais mais importantes do mundo, destacando-se na alimentação humana e principalmente na alimentação animal, além de inúmeras outras aplicações, como etanol, bebidas e polímeros (Miranda, 2018). O Brasil, é o terceiro maior produtor de milho do mundo, atrás apenas de Estados Unidos e China além disso é o segundo maior exportador do grão (Coelho, 2020). A produção nacional ultrapassou 131 milhões de toneladas em uma área de pouco mais de 22 milhões de hectares na safra 2022/23, representando uma produtividade média de 5,9 t ha $^{-1}$. (CONAB, 2024). O milho é cultivado em todas as regiões do Brasil. Sua produção ocorre em diferentes épocas, face às condições climáticas das regiões (Contini et al., 2019).

O milho é cultivado no Brasil em duas épocas distintas: a primeira safra (safra de verão) e a segunda safra (safrinha) (Costa et al., 2023). A adoção do plantio direto, irrigação, época de semeadura, cultivo sucessivo, ausência de rotação de culturas associado às condições ambientais brasileiras, aumentou a área de cultivo e fez com que se tivesse milho o ano todo no campo, criando uma ponte verde, proporcionando o aumento e a severidade das doenças desta cultura (Cunha et al., 2020). As doenças estão entre os fatores que mais limitam a produtividade, causando preocupação em razão das perdas à produção que podem ocasionar (Cota et al., 2018). Entre as doenças mais comuns na cultura do milho estão mancha-branca (sin. mancha-de-phaeosphaeria) (*Pantoea ananatis*), cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*, *C. sorghi var. maydis* e *C. zeina)*, helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), ferrugem-polissora (*Puccinia polysora*), ferrugem-tropical (*Puccinia sorghi*), ferrugem-branca (*Physopella zea*), assim como os enfezamentos vermelho (*Phytoplasma*) e pálido (*Spiroplasma kunkelli*) e mais recentemente a estria bacteriana (*Xanthomonas vasicola* pv *vasculorum*) (Silva et al., 2020; Cota et al., 2018; Leite et al., 2018).

A severidade das doenças varia de ano para ano, pois depende do clima, do nível de resistência do híbrido plantado, da presença de inóculo na área e do manejo adotado na lavoura (Silva et al., 2020). No caso da estria bacteriana em milho, causada pela *Xanthomonas vasicola* pv *vasculorum,* as informações de controle e prevenção são limitadas, sendo recomendadas as medidas gerais de controle para doenças transmitidas por bactérias, como o uso de cultivares menos sensíveis (Leite et al., 2018). Devido a carência de informações a respeito do controle para esta

doença, este estudo tem como objetivo avaliar a severidade da estria bacteriana (*Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum)* em diferentes híbridos de milho e apresentar a redução na produtividade da cultura ocasionada por ela nos três estados do sul do Brasil.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CULTURA DO MILHO

O milho Zea mays L., é uma planta da família Poaceae, originária da América Central, cultivado em praticamente todas as regiões do mundo (Mamede, 2023). Nas últimas décadas, o milho alcançou o patamar de maior cultura agrícola do mundo, sendo a única a ter ultrapassado a marca de 1 bilhão de toneladas, tornando-se maior que o arroz e o trigo (Contini et al., 2019a). É o segundo grão mais cultivado e exportado, perdendo apenas para a soja. Além disso, o cereal é o principal componente para a produção de ração animal, voltado para um dos principais segmentos do comércio exterior do Brasil, a cadeia produtiva de carne animal (Artuzo et al., 2018). Além do consumo direto na alimentação humana, o milho é essencial para a produção de carnes, leite e ovos, contribuindo para a segurança alimentar e geração de divisas na balança comercial brasileira. Outros usos importantes referem-se à produção de óleo e biocombustível (Guimarães et al., 2023).

No Brasil a produção ultrapassou 131 milhões de toneladas em uma área cultivada de pouco mais de 22 milhões de hectares na safra 2022/23. Sendo a região Sul a segunda maior produtora do país, liderada pelo estado do Paraná, com uma área de plantio de 2.855,8 mil ha e uma produção aproximada de 18,5 milhões de toneladas na safra 2022/23, somando as safras de verão e a segunda safra, seguido por Rio Grande do Sul e Santa Catarina respectivamente (CONAB 2024).

O milho é cultivado no Brasil em duas épocas distintas: a primeira safra (safra de verão) e a segunda safra (safrinha) (Costa et al., 2023). O cultivo de verão, também denominado primeira safra, é o semeio concentrado na primavera/verão. O cultivo do milho semeado na região Centro-Sul do Brasil, realizado após a colheita da soja, com semeio concentrado no verão/outono, convencionalmente é denominado de safrinha (Contini, 2019). As temperaturas consideras ótimas para a cultura são entre 25°C e 30°C (Pinheiro et al., 2021).

Já existem no mercado cultivares de milho com tolerância para algumas doenças de importância para a cultura e com resistência ao estresse hídrico (Pereira Filho e Borghi, 2022). Na safra 2019/20 foram contabilizados 196 cultivares de milho disponíveis no mercado brasileiro (Pereira Filho e Borghi, 2020). Com base em observações no campo e em estufa, todos os híbridos de milho disponíveis comercialmente são suscetíveis à estria bacteriana, mas há uma grande variação na severidade que a doença atinge entre essas variedades (Ortiz-Castro et al., 2020). Segundo Robaina et al. (2020), até o ano de 2020 não havia estudos de controle genético da resistência a *Xanthomonas vasicola* pv *vasculorum* em milho.

## 2.2 ESTRIA BACTERIANA

A estria bacteriana (*Xanthomonas vasicola* pv *vasculorum*), foi identificada pela primeira vez na África do Sul em 1949 (Dyer, 1949), em seguida nos Estado Unidos em diversos Estados produtores de milho (Korus et al., 2017; Lang et al., 2017). Na América do Sul, o primeiro relato foi na Argentina (Plazas, 2017) e, no Brasil, foi relatada no estado do Paraná, no ano de 2018 (Leite et al., 2018).

Os sintomas da estria bacteriana podem ser observados em plantas ainda jovens, caracterizadas por pequenas pontuações translúcidas no início, evoluindo para lesões alongadas e estreitas delimitadas pelas nervuras, em casos de alta infestação estas lesões podem coalescer ocupando grande parte da área foliar (Leite et al., 2018). Os danos causados por *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* em milho ainda não foram amplamente estudados, porém, há indícios de severidade afetando entre 40% (Jardine, 2016) e 50% da área foliar (Broders, 2017). A contaminação das plantas por *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* ocorre principalmente por portas de entradas naturais como os estômatos (Ortiz-Castro et al., 2020), mas podem também se infectar por ferimentos nas folhas.

A sobrevivência do patógeno ocorre principalmente em restos culturais de lavouras antecessoras e em plantas daninhas (Broders, 2017), há relatos de 12 espécies de plantas hospedeiras para *X. Vasicola* pv. *vasculorum*, entre elas a aveia (*Avena sativa*), arroz (*Oryza sativa*), outras nove espécies da família Poaceae e a tiririca (*Cyperus esculen-tus*) na família Cyperaceae (Hartman et al., 2020). A sobrevivência de bactérias *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* através de sementes de milho provenientes de áreas contaminadas também foi estudado e,

apesar de não haver detalhes, há evidências de potencial transmissão por essa via (Arias, 2020; Martins, 2021; Tebaldi et al., 2022). A disseminação pode ocorrer pelo vento, água da chuva e água de irrigação (Broders, 2017), dentre uma série de fatores agronômicos analisados, o tipo de irrigação, época de plantio e rotação de culturas foram os que mais influenciaram para o número de amostras positivas para *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*. (Hartman et al., 2020a). Temperaturas próximas a 28°C foram consideradas ideais para o crescimento de *Xanthomonas* no milho (Ortiz-Castro, 2019).

## 2.3 AVALIAÇÃO DE SEVERIDADE DE DOENÇA

A quantificação de doenças é necessária tanto para o estudo de medidas de controle, na determinação da eficiência de um fungicida ou na caracterização da resistência varietal, como para a construção de curvas de progresso da doença e estimativas dos danos provocados (Michereff, 2001). A severidade é a mais apropriada para a quantificação de doenças foliares, como bacterioses causadoras de manchas e crestamentos. Nestes casos, a porcentagem da área de tecido foliar coberto por sintomas retrata melhor a intensidade da doença do que a incidência (Silva & Michereff, 2016).

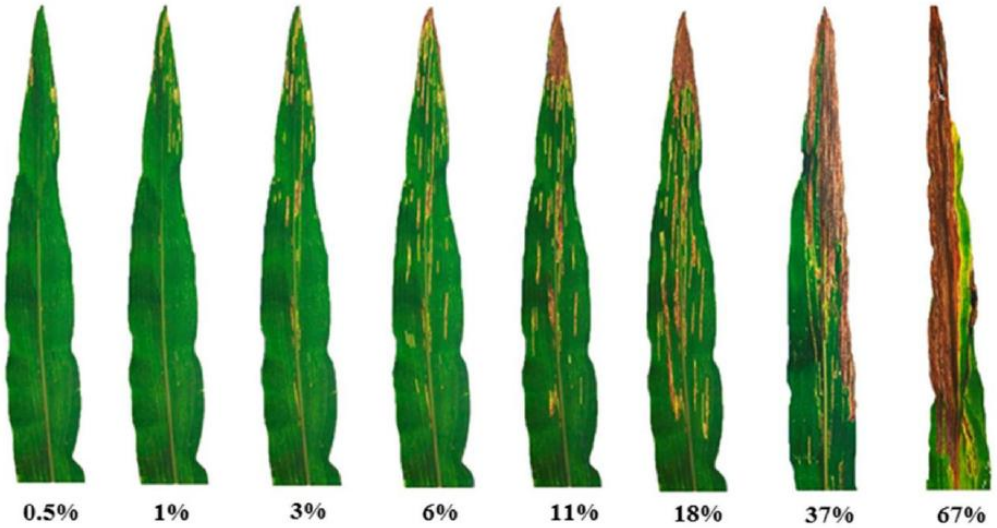
Para facilitar a avaliação da severidade de doenças, várias estratégias têm sido propostas, dentre as quais se destacam a utilização de escalas descritivas, de escalas diagramáticas e de imagens de vídeo por computador. Qualquer que seja a estratégia adotada, é fundamental que o estádio de desenvolvimento da cultura e o órgão da planta amostrado sejam bem definidos (Michereff, 2001).

A utilização de escalas visa a aumentar a precisão e a repetibilidade entre os avaliadores; isto é, diferentes avaliadores devem atribuir valores de severidade à mesma folha que sejam próximos do valor real e próximos dos valores atribuídos por outros avaliadores (Braga et al., 2020). A avaliação visual da severidade das doenças das plantas continua sendo o método mais amplamente utilizado para todos os fins de pesquisa de campo onde a severidade é uma variável necessária (Bock et al., 2020).

Braga et al. (2020) e Pietrobon et al. (2023) propuseram escalas diagramáticas para avaliação de estria bacteriana em milho baseados em folhas de plantas adultas com infecção natural, Figura 1 e Figura 2 respectivamente, enquanto

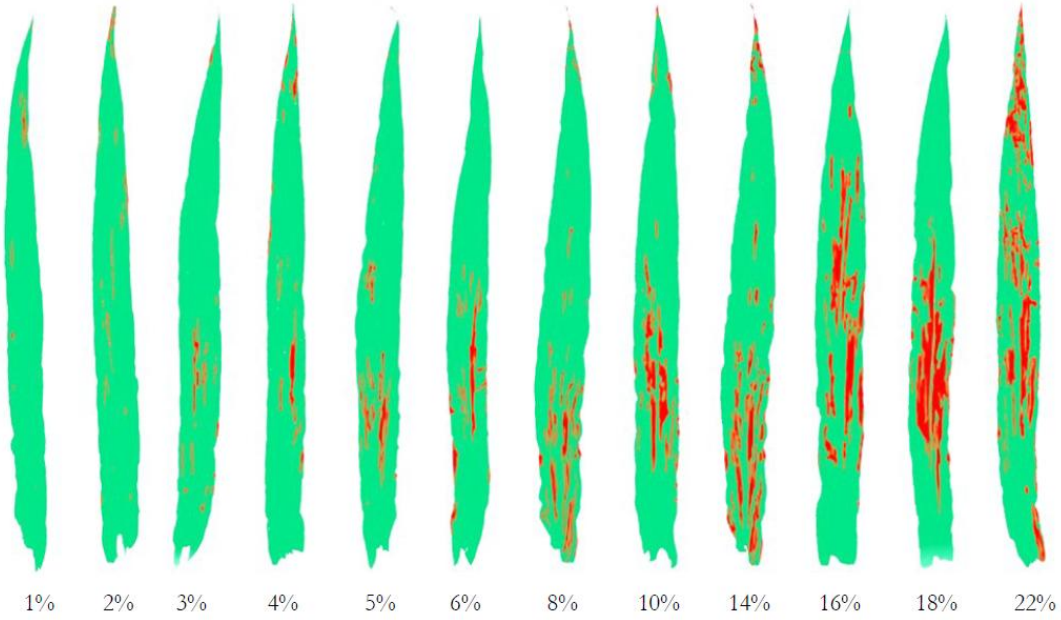
Robaina *et al*. (2020), propôs uma escala diagramática para folhas jovens de milho com inoculação do patógeno em ambiente controlado Figura 3.

FIGURA 1- ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA ESTRIA BACTERIANA FOLIAR NO MILHO EM FOLHAS DE PLANTAS ADULTAS




FONTE: Braga *et al*. (2020).

FIGURA 2 – ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA ESTRIA BACTERIANA EM MILHO




FONTE: Pietrobon *et al*. (2023).

FIGURA 3 – ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA ESTRIA FOLIAR BACTERIANA EM FOLHAS JOVENS DO MILHO

FONTE: Robaina *et al*. (2020).

## 2.4 CONTROLE DE ESTRIA BACTERIANA

Poucas são as informações disponíveis sobre o efetivo controle de estria bacteriana do milho. (Leite *et al*., 2018). Resultados de Longhi *et al*. (2020), revelaram que a sensibilidade de X. vasicola pv. cepas de vasculorum à casugamicina, produtos químicos à base de cobre e alguns fungicidas diferiram ligeiramente. Pietrobon *et al*. (2021) observaram redução na severidade de estria bacteriana do milho em até 37% em relação a testemunha com aplicação de produtos à base de amônia quaternária,

óxido cuproso e oxicloreto de cobre, porém, sem aumentos significativos nos caracteres agronômicos da cultura.

A resistência genética é a principal estratégia para o manejo das doenças pois, além de eficiente, não onera os custos de produção e permite reduzir o uso de produtos químicos nas lavouras (Silva *et al*., 2020). Segundo Parlevliet (1997 citado por Kaefer, 2017). A resistência genética pode ser definida como a habilidade do hospedeiro suportar (parcial ou completamente), o crescimento e desenvolvimento do patógeno. Robaina *et al*. (2020) avaliaram 45 híbridos quanto à resistência e identificaram 13 deles com severidade da doença abaixo de 5%, outros três híbridos com severidade acima de 35% e o restante ficando entre 5% e 35%.

Existem diferenças na reação dos híbridos de milho em relação à suscetibilidade à estria bacteriana. Desta maneira, o cultivo de materiais altamente suscetíveis à doença deve ser evitado (Leite *et al*., 2018). Diante disso, é de extrema importância conhecermos o nível de tolerância dos híbridos existentes.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido durante os meses de agosto de 2023 a março de 2024, período que corresponde à safra de milho verão no sul do Brasil. Na ocasião, os ensaios foram semeados em três municípios: Santa Rosa – RS, Campo Erê – SC e Guarapuava – PR, contemplando os três estados da região. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) contando com 24 híbridos de milho e duas repetições por local, totalizando 144 unidades experimentais, os híbridos foram nomeados de H1 a H24, sendo H1 considerado como testemunha nos três diferentes locais do experimento. Cada parcela foi constituída por quatro linhas com espaçamento de 0,5 m entre linhas e 4 metros de comprimento, totalizando 8 m² por parcela. A semeadura dos campos foi realizada com uma plantadeira de parcelas à vácuo, com população ajustada para 80.000 plantas $ha^{-1}$.

O primeiro ensaio foi instalado em uma propriedade rural (27°52’24” S, 54°37’04” O), com altitude média de 339 metros, na cidade de Santa Rosa, região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. O clima da região segundo Köppen e Geiger é Cfa, clima subtropical úmido, com temperatura média anual registada de 20.8 °C

(REISSER *et al*., 2012). O solo predominante no município é o Latossolo Vermelho Distroférrico típico, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (SANTOS *et al*., 2018). O plantio do experimento nessa localidade ocorreu no dia 22 de agosto de 2023, com adubação de base de 380 kg $ha^{-1}$ da formulação NPK 8-16-24 e adubação de cobertura de 250 kg $ha^{-1}$ de uréia.

O segundo ensaio foi instalado em uma propriedade rural no município de Campo Erê (28°26’49” S, 53°14’12” O), localizado na região oeste do Estado de Santa Catarina, com clima classificado como Cfb, Clima Subtropical temperado, segundo Köppen e Geiger (REISSER *et al*., 2012) e altitude média de 852 metros. O solo predominante da propriedade é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, de textura argilosa, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (SANTOS *et al*., 2018). O plantio ocorreu no dia 17 de setembro de 2023, com adubação de base de 336 kg $ha^{-1}$ da formulação NPK 10-46-00 e mais duas adubações de cobertura de 200 kg $ha^{-1}$ de uréia cada uma delas, totalizando 400 kg $ha^{-1}$ do fertilizante nitrogenado.

O terceiro ensaio foi instalado no município de Guarapuava (25°34’56” S, 51°31’26” O), situado na região centro-sul do Estado do Paraná, o clima na região, de acordo com a classificação Koppen-Geiger é Cfb, clima temperado úmido com verão moderadamente quente, conforme estudo publicado por (APARECIDO *et al*., 2016) e altitude média de 1087 metros. O solo predominante é o Latossolo Bruno, conforme classificação do Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (SANTOS *et al*., 2018). O plantio foi realizado no dia 18 de setembro de 2023, com adubação de base de 350 kg $ha^{-1}$ da formulação NPK 08-25-20 e para adubação em cobertura foram utilizados 300 kg $ha^{-1}$ de uréia em aplicação única.

O manejo dos ensaios foi realizado conforme protocolo pré-definido, salvo eventuais interferências climáticas de cada local. O manejo de plantas daninhas foi realizado em sistema “plante e aplique” com o uso dos herbicidas S-Metolacloro, Atrazina e Glufosinato - sal de amônio e em pós emergência com os herbicidas Atrazina e Tembotriona, o manejo de pragas foi realizado com aplicações semanais de inseticidas até a fase de pré pendoamento e mais uma aplicação em pós pendoamento. Para o manejo de doenças foram realizadas três aplicações de fungicidas de forma preventiva, sendo a primeira aplicação no estádio vegetativo V8 com os fungicidas Trifloxistrobina e Tebuconazol e Mancozebe, a segunda aplicação no estádio de ré pendoamento com os fungicidas Piraclostrobina e Epoxiconazol e

Mancozebe e a terceira aplicação após o pendoamento, também utilizando Piraclostrobina e Epoxiconazol e Mancozebe, exceto para o ensaio de Campo Erê, que recebeu apenas duas aplicações de fungicida, uma em V8 e outra em pós pendoamento devido à ocorrência de chuvas no período, impossibilitando a segunda aplicação. O manejo de adubação foi realizado de maneira exclusiva para cada local.

## 3.2 QUANTIFICAÇÃO DA DOENÇA

Os parâmetros avaliados foram a severidade de estria bacteriana (*Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*) e a redução de produtividade dos híbridos. O período de avaliação de severidade da doença ocorreu entre os estádios fenológicos R3 (Grão leitoso) e R4 (Grão pastoso). Para a avaliação de severidade foi utilizado uma escala diagramática desenvolvida e validada pelos próprios autores, considerando uma nota de 1 a 9, em que a nota 1 corresponde à menor severidade e a nota 9 à maior severidade da doença, conforme quadro 1.

QUADRO 1- ESCALA DIAGRAMÁTICA DE ESTRIA BACTERIANA

| Score | Severidade |
|---|---|
| 1 | 0-5% |
| 2 | 5-20% |
| 3 | 20-30% |
| 4 | 30-40% |
| 5 | 40-50% |
| 6 | 50-60% |
| 7 | 60-70% |
| 8 | 70-80% |
| 9 | 80-90% |

FONTE: Os autores (2024).

Para avaliação da produtividade, as parcelas foram colhidas com uma máquina colhedora de parcelas com sistema de balança e determinador de umidade, em seguida, os resultados foram ajustados para a umidade de 13%. Para cálculo de redução de produtividade foi utilizada a fórmula %R = [(T-H)/T]x100, em que T é a produtividade no híbrido testemunha (H1) e H é a produtividade dos diferentes híbridos (H2 até H24), apresentando resultado positivo quando houve redução na produtividade do híbrido em relação à H1 e resultado negativo quando houve acréscimo de produtividade.

### 3.3 ANÁLISE DOS DADOS

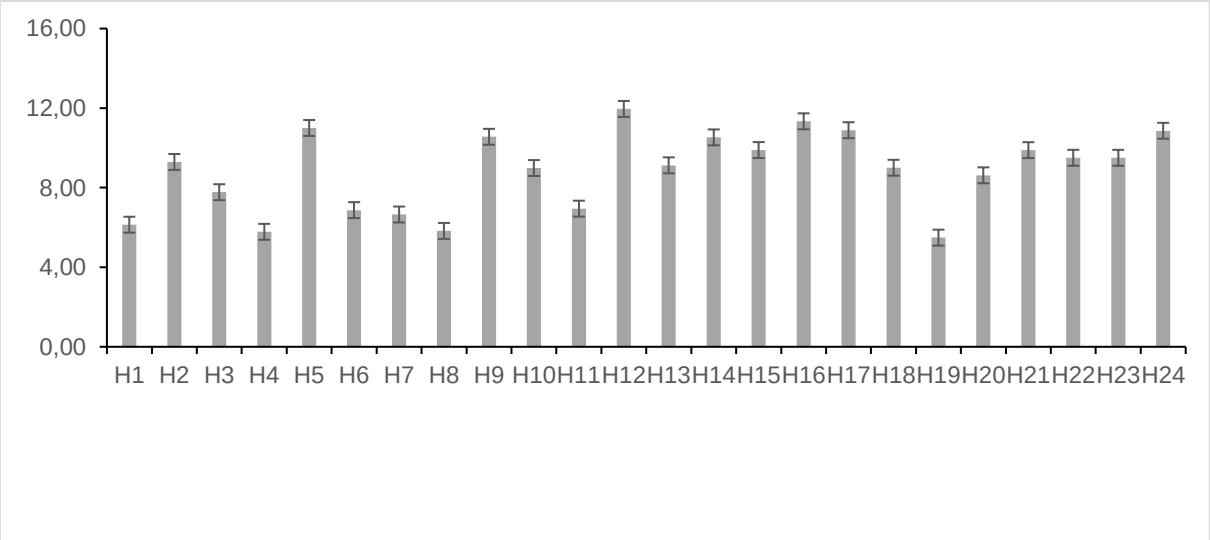
Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando significativo, aplicado o teste de Tukey a 0,05% para comparação das médias, utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 SANTA ROSA

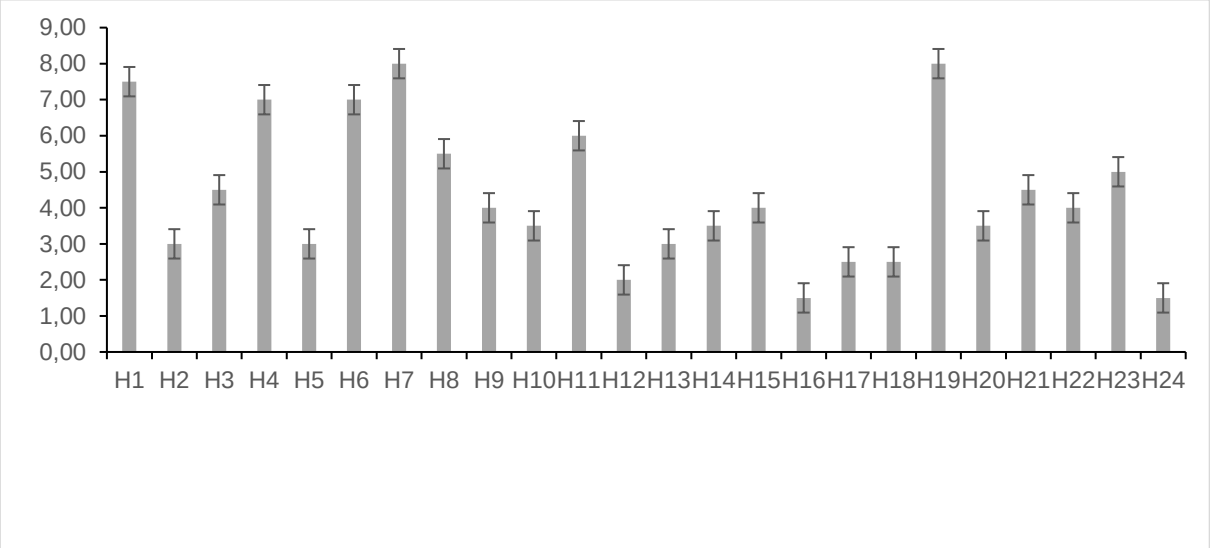
No município de Santa Rosa – RS, foram identificadas diferenças significativas na produtividade e na severidade da estria bacteriana. Um gráfico com as médias de produtividade (Figura 4) e severidade (Figura 5) dos híbridos testados ilustram, respectivamente, a diferença entre a produtividade que cada genótipo atingiu e a variabilidade de sensibilidade à doença bacteriana entre eles.

FIGURA 4 – MÉDIAS DE PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS EM SANTA ROSA – RS




FONTE: O autor (2024)

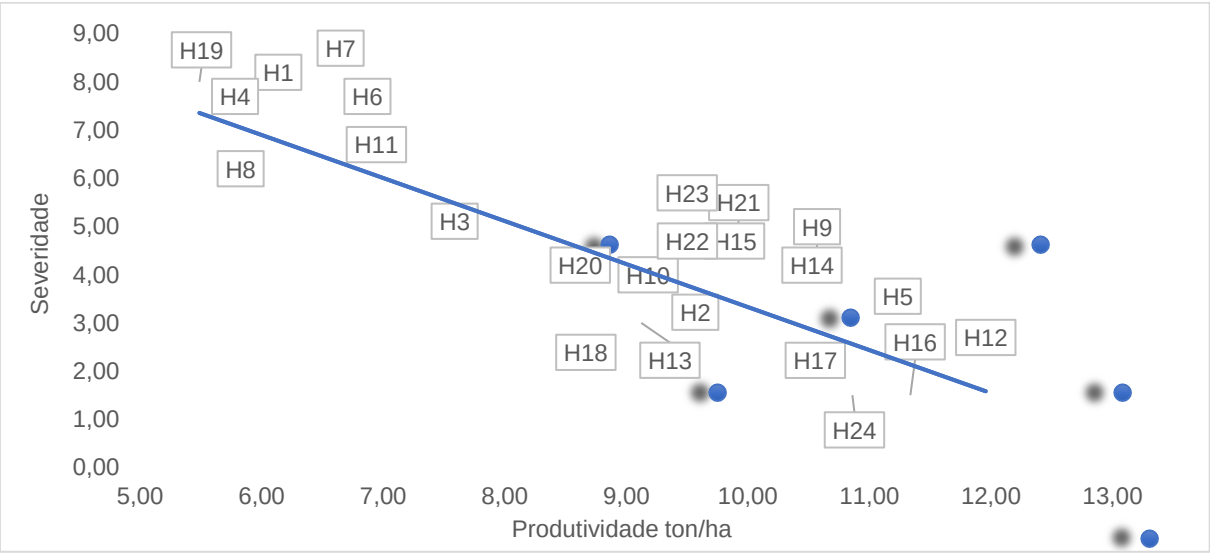
FIGURA 5 – MÉDIAS DE SEVERIDADE DE ESTRIA BACTERIANA EM SANTA ROSA – RS




Fonte: O AUTOR (2024)

Observou-se que os níveis de severidade da doença foram mais altos nesse local quando comparado aos outros locais do ensaio, o que sugere uma forte correlação entre a alta infecção por *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* e a diminuição do potencial produtivo das plantas. Para ilustrar, a Figura 6 mostra que conforme a severidade da doença aumenta, a produtividade tende a diminuir.

FIGURA 6 – SEVERIDADE DE ESTRIA BACTERIANA X PRODUTIVIDADE DO MILHO




FONTE: O autor (2024)

Dentre os híbridos avaliados, a redução na produtividade mais significativa foi observada nos que apresentaram notas superiores a 5, ou seja, com severidade acima de 40%. Assim, os híbridos H1, H4, H6, H7, H8, H11 e H19, com mais de 40%

de área foliar comprometida, tiveram produtividades registradas abaixo de sete t $ha^{-1}$, sendo estes os que apresentaram menores produtividades neste local, correspondendo às maiores notas de severidade.

O híbrido testemunha H1 teve nota de severidade 7,5 e produtividade de 6,1375 t $ha^{-1}$, o que representa uma redução de produtividade de 46,13% em relação à média geral do ensaio e de 94,84% em comparação ao híbrido H12, que alcançou a maior produtividade entre os híbridos avaliados em Santa Rosa e teve nota de severidade 2,0. No entanto, as menores produtividades registradas neste local foram do H19, com 5,4880 t $ha^{-1}$ e nota de severidade 8,0 representando 10,58% menos que a produtividade da testemunha H1. O híbrido H4 apresentou uma redução de 5,81% e o H8 uma redução de 5,05% em relação à testemunha, com notas de severidade de 7,0 e 5,5 respectivamente, conforme Tabela 1.

TABELA 1 – SEVERIDADE E PRODUTIVIDADE DOS HÍBRIDOS EM SANTA ROSA - RS.

| **Treatments** | **Final severity**** | | **Produtividade (ton $ha^{-1}$)** | | **Redução de produtividade (R%)** |
|---|---|---|---|---|---|
| H1 | 7,5 | ef | 6,1375 | ab | |
| H2 | 3,0 | abc | 9,2930 | fghi | -51,41 |
| H3 | 4,5 | abcdef | 7,7735 | bcdef | -26,66 |
| H4 | 7,0 | def | 5,7810 | ab | 5,81 |
| H5 | 3,0 | abc | 11,0025 | hij | -79,27 |
| H6 | 7,0 | def | 6,8705 | abcd | -11,94 |
| H7 | 8,0 | f | 6,6500 | abc | -8,35 |
| H8 | 5,5 | bcdef | 5,8275 | ab | 5,05 |
| H9 | 4,0 | abcde | 10,5575 | ghij | -72,02 |
| H10 | 3,5 | abcd | 8,9875 | defgh | -46,44 |
| H11 | 6,0 | clef | 6,9440 | abcde | -13,14 |
| H12 | 2,0 | ab | 11,9580 | j | -94,84 |
| H13 | 3,0 | abc | 9,1230 | fgh | -48,64 |
| H14 | 3,5 | abcd | 10,5280 | ghij | -71,54 |
| H15 | 4,0 | abcde | 9,8910 | fghij | -61,16 |
| H16 | 1,5 | a | 11,3375 | ij | -84,73 |
| H17 | 2,5 | abc | 10,8895 | hij | -77,43 |
| H18 | 2,5 | abc | 9,0020 | efgh | -46,67 |
| H19 | 8,0 | f | 5,4880 | a | 10,58 |
| H20 | 3,5 | abcd | 8,6215 | cdefg | -40,47 |
| H21 | 4,5 | abcdef | 9,8870 | fghij | -61,09 |
| H22 | 4,0 | abcde | 9,5030 | fghi | -54,84 |
| H23 | 5,0 | abcdef | 9,5010 | fghi | -54,80 |
| H24 | 2,0 | ab | 10,8605 | hij | -76,95 |
| CV% | 19,89 | | 5,85 | | |

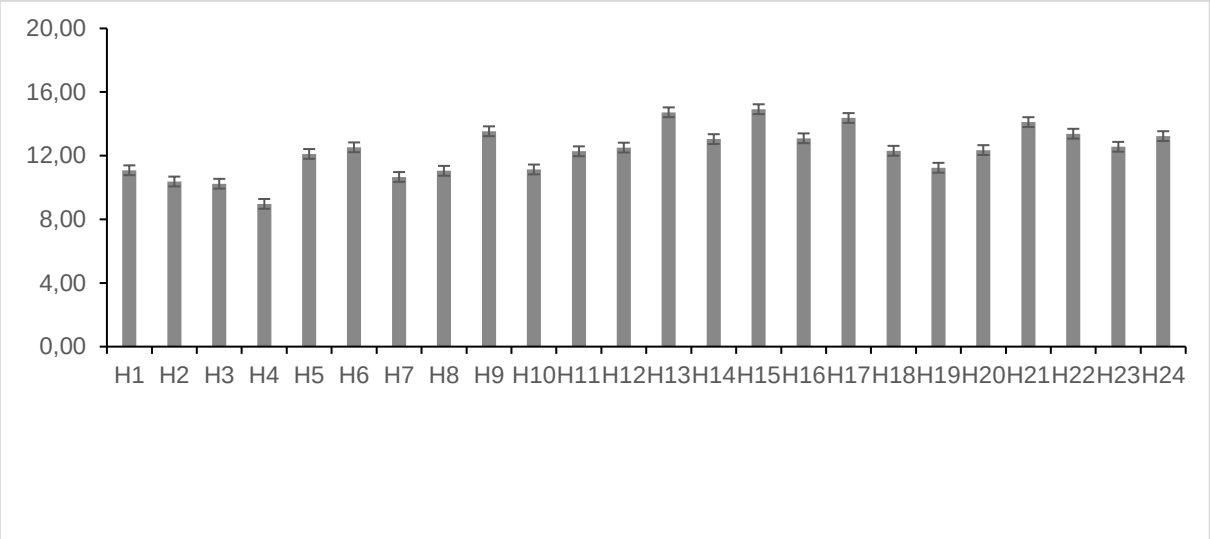
Fonte: O autor (2024).
Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05%.

## 4.2 CAMPO ERÊ

No município de Campo Erê – SC, foram observadas diferenças significativas entre os híbridos testados, tanto em relação à produtividade quanto à severidade. Os

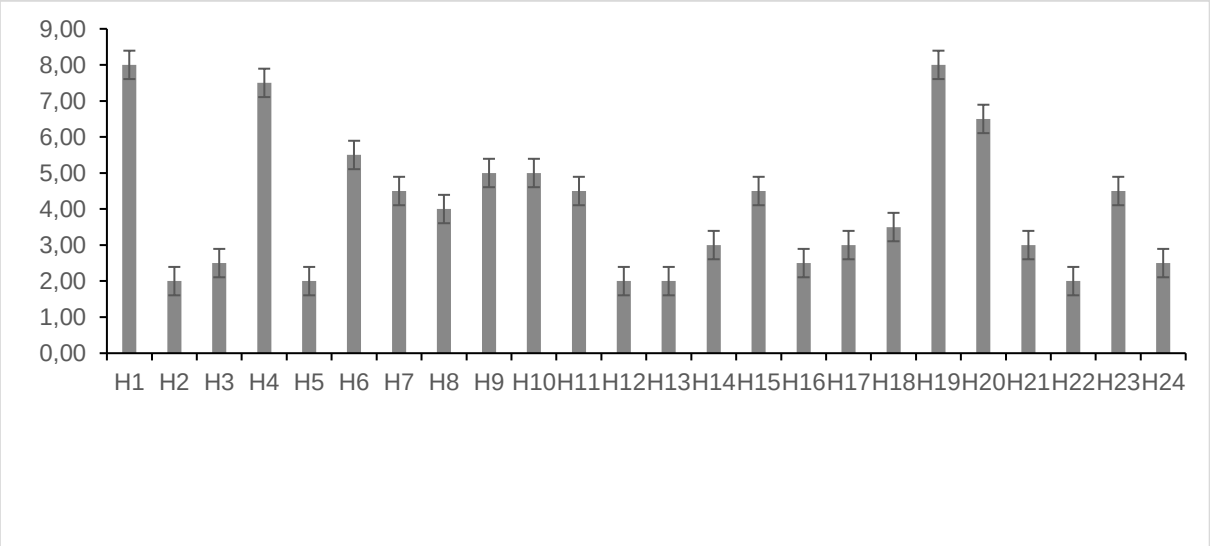
híbridos H3, H2, H1, H7, H8, H5, H10 e H19 apresentaram as menores médias de produtividade, todas inferiores a 12 t há$^{-1}$, conforme mostrado na figura 7. Em relação à severidade da estria bacteriana, as médias estão apresentadas na figura 8. Neste local, os híbridos H5, H19, H3, H20 e H6 destacaram-se com as maiores médias de severidade, todas acima a cinco.

FIGURA 7 - MÉDIAS DE PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS EM CAMPO ERÊ - SC




FONTE: O autor (2024)

FIGURA 8 – MÉDIAS DE SEVERIDADE DE ESTRIA BACTERIANA EM CAMPO ERÊ - SC

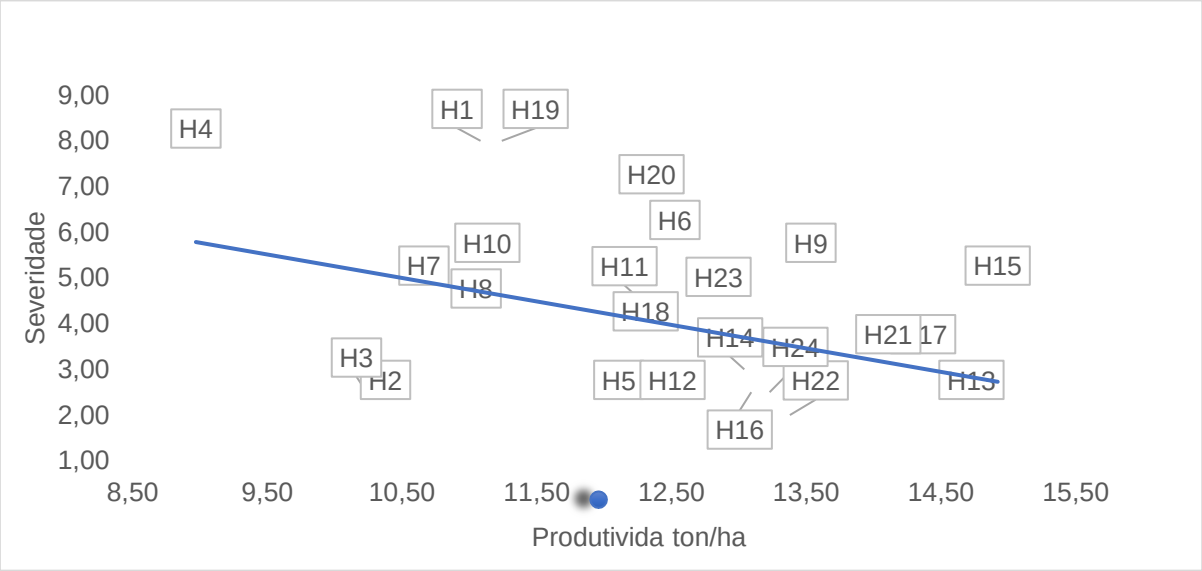



FONTE: O autor (2024)

A relação entre produtividade e severidade da estria bacteriana pode ser observada para os híbridos H1, H4 e H19, conforme ilustrado na figura 9. No entanto, para os híbridos H2, H3, H7, H8 e H10, as baixas produtividades parecem estar

relacionadas ao potencial produtivo de cada híbrido. Mesmo com baixa severidade da doença, esses híbridos apresentaram baixas produtividades em relação as médias nos três locais em que foram testados.

FIGURA 9 - SEVERIDADE DE ESTRIA BACTERIANA X PRODUTIVIDADE DO MILHO




FONTE: O autor (2024)

Conforme mostra a Tabela 2, a testemunha H1 apresentou nota de severidade 8,0 e produtividade de 11,0830 t $ha^{-1}$, representando uma redução na produtividade de 11,50% em relação à média dos demais híbridos do ensaio.

TABELA 2 – SEVERIDADE PRODUTIVIDADE DOS HÍBRIDOS EM CAMPO ERÊ - SC.

| Tratamentos | Severidade final | | Produtividade (ton $ha^{-1}$) | | Redução de produtividade (R%) |
|---|---|---|---|---|---|
| H1 | 8,0 | f | 11,0830 | abcd | |
| H2 | 2,0 | a | 10,3775 | ab | 6,37 |
| H3 | 2,5 | ab | 10,2375 | ab | 7,63 |
| H4 | 7,5 | ef | 8,9700 | a | 19,07 |
| H5 | 2,0 | a | 11,6100 | abcd | -4,76 |
| H6 | 5,5 | cdef | 12,5260 | abcd | -13,02 |
| H7 | 4,5 | abcd | 10,6625 | abc | 3,79 |
| H8 | 4,0 | abcd | 11,0500 | abcd | 0,30 |
| H9 | 5,0 | bcde | 13,5355 | bcd | -22,13 |
| H10 | 5,0 | bcde | 11,1340 | abcd | -0,46 |
| H11 | 4,5 | abcd | 12,2770 | abcd | -10,77 |
| H12 | 2,0 | a | 12,5085 | abcd | -12,86 |
| H13 | 2,0 | a | 14,7270 | d | -32,88 |
| H14 | 3,0 | abc | 13,0410 | bcd | -17,67 |
| H15 | 4,5 | abcd | 14,9215 | d | -34,63 |
| H16 | 2,5 | ab | 13,0925 | bcd | -18,13 |
| H17 | 3,0 | abc | 14,3690 | cd | -29,65 |
| H18 | 3,5 | abc | 12,3090 | abcd | -11,06 |
| H19 | 8,0 | f | 11,2405 | abcd | -1,42 |
| H20 | 6,5 | def | 12,3525 | abcd | -11,45 |
| H21 | 3,0 | abc | 14,1100 | bcd | -27,31 |

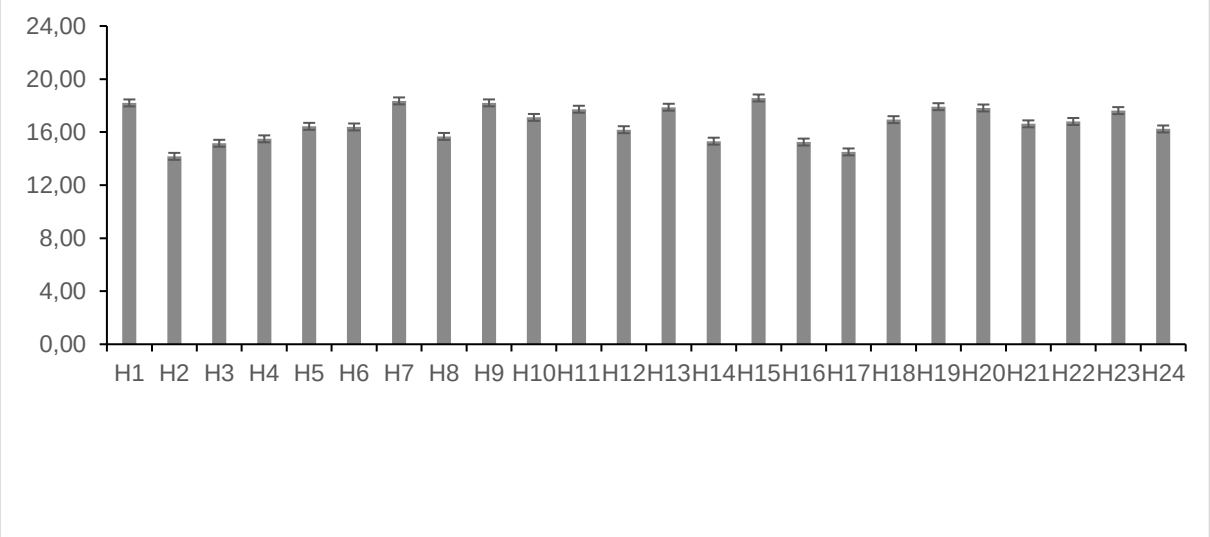
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H22 | 2,0 | a | 13,3795 | bcd | -20,72 |
| H23 | 4,5 | abcd | 12,5590 | abcd | -13,32 |
| H24 | 2,5 | ab | 13,2290 | bcd | -19,36 |
| CV% | 17,64 | | 7,73 | | |

Fonte: O autor (2024).
Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05%.

## 4.3 GUARAPUAVA

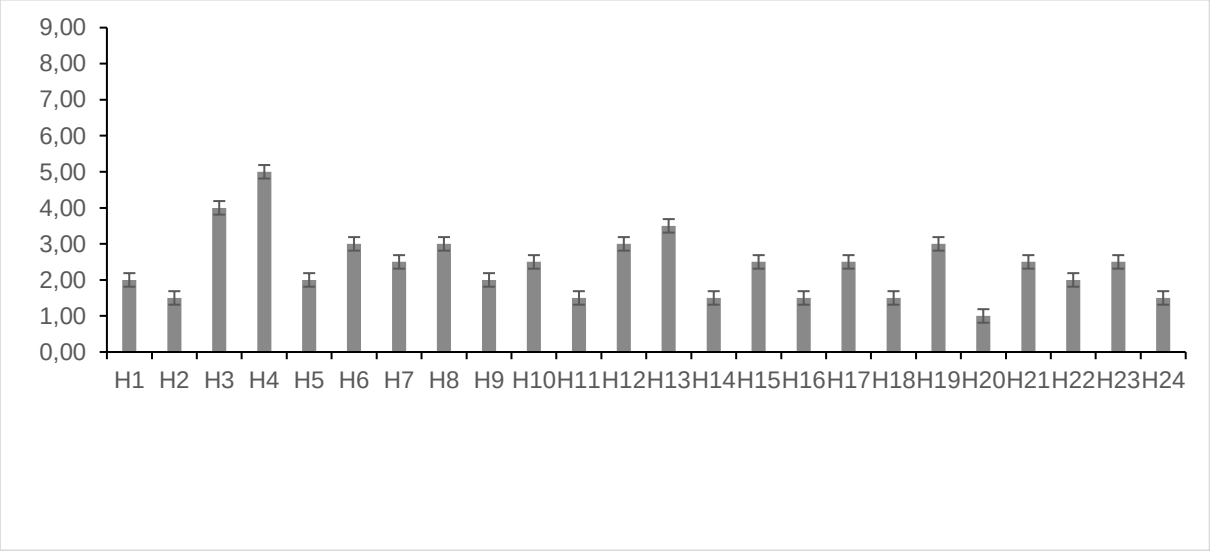
Em Guarapuava – PR, houve diferença significativa apenas para o parâmetro produtividade, com as médias representadas na figura 10, já para o parâmetro severidade, o qual as médias estão demonstradas na figura 11, não houve diferença significativa, uma vez que, para este local, foram registrados níveis muito baixos da doença mesmo para híbridos que se demonstraram sensíveis nos demais locais. Porém, neste ambiente, os híbridos puderam expressar o seu máximo potencial produtivo, não sendo acometidos por doenças à níveis significativos. Na figura 12 é possível observar que a nota de severidade da doença para cada híbrido não influenciou na sua produtividade.

FIGURA 9 – MÉDIAS DE PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS EM GUARAPUAVA – PR



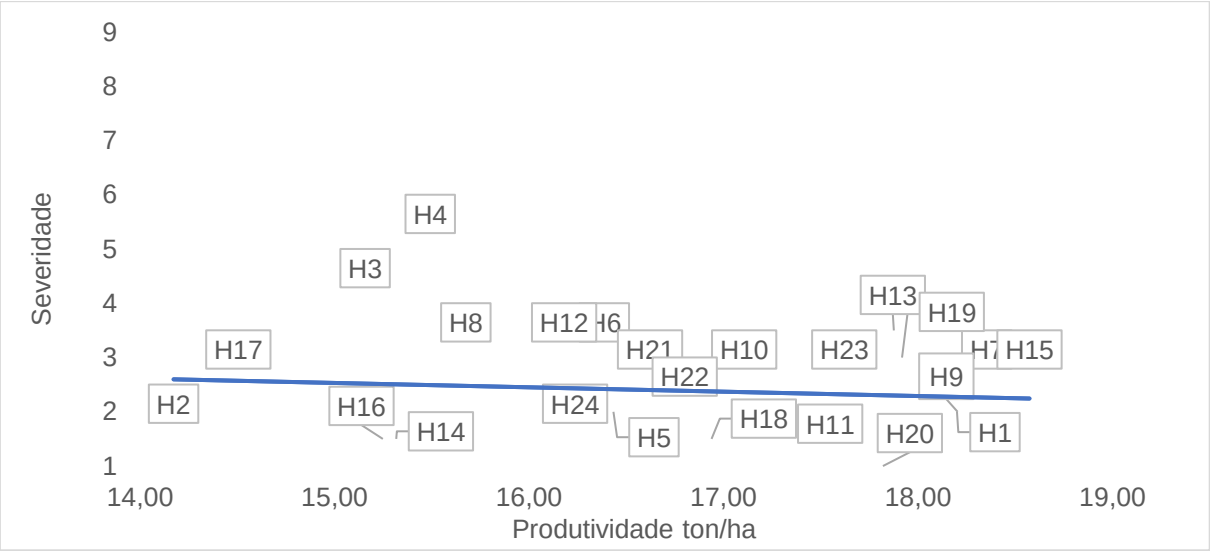

FONTE: O autor (2024)

FIGURA 8 – MÉDIAS DE SEVERIDADE DE ESTRIA BACTERIANA EM GUARAPUAVA - PR




FONTE: O autor (2024)

FIGURA 12 - SEVERIDADE DE ESTRIA BACTERIANA X PRODUTIVIDADE DO MILHO




FONTE: O autor (2024)

Os híbridos com maior produtividade neste local foram H15, H7, H9, H1 e H19, nesta ordem. Sendo que, os híbridos H1, H7 e H19 se mostraram entre os mais sensíveis para a estria bacteriana e com baixa produtividade nos ambientes de Santa Rosa e Campo Erê, enquanto H15 e H9 mostraram boa tolerância sem perdas significativas de produtividades em todos os locais testados, como mostra a Tabela 3. Em relação a testemunha H1, a produtividade alcançada em Guarapuava foi de 18,2005 t $ha^{-1}$, representando aumento de 8,66% diante da média dos demais híbridos do ensaio nesse mesmo local, com nota de severidade 2,0 para estria bacteriana.

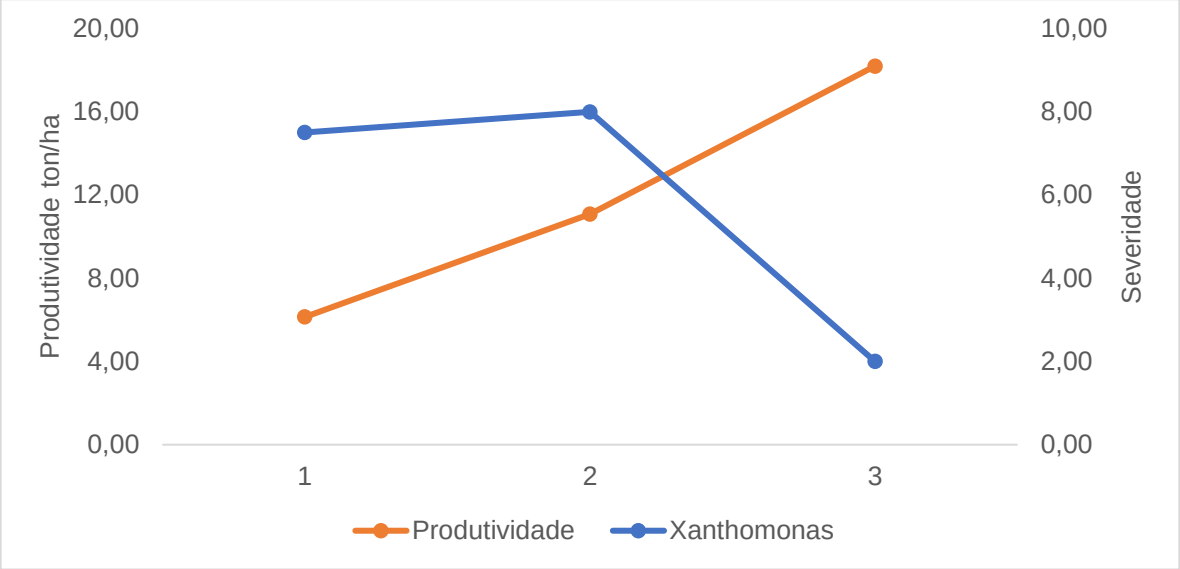
TABELA 3 – SEVERIDADE E PRODUTIVIDADE DOS HÍBRIDOS EM GUARAPUAVA - PR.

| Tratamentos | Severidade final | | Produtividade (ton ha$^{-1}$) | | Redução de produtividade (R%) |
|---|---|---|---|---|---|
| H1 | 2,0 | a | 18,2005 | cde | |
| H2 | 1,5 | a | 14,1725 | a | 22,13 |
| H3 | 4,0 | a | 15,1575 | ab | 16,72 |
| H4 | 5,0 | a | 15,4920 | abcd | 14,88 |
| H5 | 2,0 | a | 16,4340 | abcde | 9,71 |
| H6 | 3,0 | a | 16,3875 | abcde | 9,96 |
| H7 | 2,5 | a | 18,3535 | de | -0,84 |
| H8 | 3,0 | a | 15,6755 | abcde | 13,87 |
| H9 | 2,0 | a | 18,2040 | cde | -0,02 |
| H10 | 2,5 | a | 17,1065 | abcde | 6,01 |
| H11 | 1,5 | a | 17,7235 | bcde | 2,62 |
| H12 | 3,0 | a | 16,1805 | abcde | 11,10 |
| H13 | 3,5 | a | 17,8760 | bcde | 1,78 |
| H14 | 1,5 | a | 15,3170 | abc | 15,84 |
| H15 | 2,5 | a | 18,5730 | e | -2,05 |
| H16 | 1,5 | a | 15,2485 | abc | 16,22 |
| H17 | 2,5 | a | 14,5055 | a | 20,30 |
| H18 | 1,5 | a | 16,9385 | abcde | 6,93 |
| H19 | 3,0 | a | 17,9180 | bcde | 1,55 |
| H20 | 1,0 | a | 17,8200 | bcde | 2,09 |
| H21 | 2,5 | a | 16,6220 | abcde | 8,67 |
| H22 | 2,0 | a | 16,8005 | abcde | 7,69 |
| H23 | 2,5 | a | 17,6210 | bcde | 3,18 |
| H24 | 1,5 | a | 16,2370 | abcde | 10,79 |
| CV% | 40,80 | | 4,38 | | |

Fonte: O autor (2024).
Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05%.

Quando comparamos a testemunha H1 nos ambientes de Santa Rosa, Campo Erê e Guarapuava, observamos uma redução de 66,28% na produtividade em Santa Rosa e de 39,11% em Campo Erê em relação a Guarapuava. Além disso, é possível perceber a variação na nota de severidade nos três locais. Esses resultados evidenciam a sensibilidade da H1 à estria bacteriana e a correlação entre severidade e produtividade, conforme ilustrado na Figura 13.

FIGURA 13 – PRODUTIVIDADE X SEVERIDADE DE H1 EM SANTA ROSA (1), CAMPO ERÊ (2) E GUARAPUAVA (3).




Fonte: O autor (2024)

Entre os híbridos avaliados nesses locais, 3 deles são considerados de ciclo hipeprecoce, 6 de ciclo superprecoce e 15 de ciclo precoce conforme quadro 2, sendo que as menores produtividades observadas em Santa Rosa e Campo Erê foram, na maioria dos casos, associadas a híbridos de ciclo hiperprecoce ou superprecoce. Em contraste, os híbridos de ciclo precoce apresentaram as maiores produtividades nestes locais, sugerindo uma menor sensibilidade à doença. No ensaio realizado em Guarapuava, onde a severidade da doença foi menor, o ciclo dos híbridos não se mostrou um fator determinante na produtividade. Como exemplo, o híbrido hiperprecoce H1 apresentou alta sensibilidade à *Xanthomonas vasicola pv. Vasculorum* com notas de severidade para a doença de 7,5 e 8,0 em Santa Rosa e Campo Erê respectivamente, ficando semelhante às menores médias de produtividade registradas nestes locais, enquanto em Guarapuava, com nota 2,0, o mesmo híbrido foi o quarto mais produtivo para este local. Em contraste, o híbrido superprecoce H5 demonstrou menor sensibilidade à doença com nota de severidade 3,0 em Santa Rosa, 2,0 em Campo Erê e nota 2,0 em Guarapuava respectivamente, apresentando também médias de produtividade estáveis nos três locais.

QUADRO 2 – GRUPO DE MATURAÇÃO DE HÍBRIDOS

| **Tratamentos** | **Grupo de maturação** |
|---|---|
| H1 | Hiperprecoce |
| H2 | Superprecoce |

| | |
|---|---|
| H3 | Hiperprecoce |
| H4 | Superprecoce |
| H5 | Superprecoce |
| H6 | Superprecoce |
| H7 | Superprecoce |
| H8 | Hiperprecoce |
| H9 | Superprecoce |
| H10 | Precoce |
| H11 | Precoce |
| H12 | Precoce |
| H13 | Precoce |
| H14 | Precoce |
| H15 | Precoce |
| H16 | Precoce |
| H17 | Precoce |
| H18 | Precoce |
| H19 | Precoce |
| H20 | Precoce |
| H21 | Precoce |
| H22 | Precoce |
| H23 | Precoce |
| H24 | Precoce |

FONTE: O autor (2024)

## 4.4 DISCUSSÃO

A alta severidade da doença pode ser atribuída ao excesso de chuva durante o período de safra, combinado com temperaturas que estiveram próximas do ideal para seu desenvolvimento. De acordo com Broders (2017), a disseminação da doença pode ocorrer através do vento, da água da chuva e da água de irrigação. Ortiz-Castro (2019) indica que temperaturas ao redor de 28°C são ideais para o crescimento de *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* no milho. Dados divulgados pelo INMET (2023) para o município de Santa Rosa, revelam que, de 1º de setembro a 20 de dezembro de 2023, a precipitação foi de 1.341,8 mm, em um total anual acumulado de 2.015,4 mm. Além disso, as temperaturas médias para novembro e dezembro foram de 23,11°C e 25,5°C, respectivamente, com máximas ultrapassando 30°C. Condições semelhantes foram observadas nas demais localidades onde os híbridos foram testados, com precipitações de 1.024,3 mm em Campo Erê – SC e 1.222,2 mm em Guarapuava – PR, no período de setembro a dezembro de 2023. No entanto, apesar das condições de umidade semelhantes, a severidade da doença foi significativamente menor em Guarapuava em comparação com os demais locais. Isso sugere que fatores adicionais podem ter influenciado o desenvolvimento de *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum.*

Um fator relevante a ser destacado é a rotação de culturas aplicada em cada localidade. Em Santa Rosa, a sequência de cultivo nos últimos três ciclos foi de soja-trigo, soja-milho e soja-milho. Em Campo Erê, a sequência foi de soja-milho, soja-milho e soja-milho. Já em Guarapuava, a sequência observada foi de milho-cevada, soja-trigo e soja-aveia-milho.

Essa variação na rotação de culturas corrobora com a afirmação de Broders (2017), que sugere que a sobrevivência do patógeno ocorre principalmente em restos culturais das lavouras anteriores e em plantas daninhas. Hartman e colaboradores (2020a) também indicam que, entre os fatores agronômicos analisados, a rotação de culturas, além do tipo de irrigação e da época de plantio, foi um dos aspectos mais influentes no número de amostras positivas para *Xanthomonas vasicola pv. vasculorum.*

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível observar que híbridos de ciclo hiperprecoce podem apresentar maior sensibilidade à estria bacteriana, contudo, isso não será determinante para a redução de produtividade, sugerindo certa tolerância à doença. Com as informações de severidade, o trabalho mostrou que a redução de produtividade ocorreu com severidade a partir de 40% nos híbridos testados.

Escolher híbridos com baixa sensibilidade e/ou tolerância à estria bacteriana pode ser uma recomendação para locais com alta pressão da doença, a fim de evitar perda de produção. Porém, além do material genético utilizado, condições ambientais e manejo adequado são decisivos, sendo a rotação de culturas uma prática eficiente para o controle do patógeno.

## REFERÊNCIAS

APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. S.; JOHANN, J. A. Classificações climáticas de Köppen, Thornthwaite e Camargo para zoneamento climático do Estado do Paraná, Brasil. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.

ARIAS, S. L. et al. Gestão de custos na produção de milho e soja. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, v. 20, p. 273-294, 2018.

Artuzo, F. D., Foguesatto, C. R., & Silva, L. X. (2018). Agricultura de precisão: inovação para a produção mundial de alimentos e otimização de insumos agrícolas. Revista Tecnologia e Sociedade, 13(29). Recuperado de https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/4755

BOCK, C. H. et al. De estimativas visuais a medições totalmente automatizadas baseadas em sensores de severidade de doenças de plantas: status e desafios para melhorar a precisão. *Pesquisa em Fitopatologia*, v. 2, p. 1-30, 2020.

BRAGA, K. et al. Development and validation of a diagrammatic scale for the assessment of the severity of bacterial leaf streak of corn. *European Journal of Plant Pathology*, v. 157, p. 367-375, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s10658-020-02008-7.

BRODERS, K. D.; JACKSON-ZIEMS, T. A.; MUNKVOLD, G. P. Occurrence in seeds and potential seed transmission of *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* in maize in the United States. *Phytopathology*, v. 110, n. 6, p. 1139-1146, 2020.

BRODERS, K. Status of bacterial leaf streak of corn in the United States. In: *INTEGRATED CROP MANAGEMENT CONFERENCE*, 29., 2017, Ames. *Proceedings...* Ames: ICM, 2017. p. 111-115.

COELHO, J. D. Milho: Produção e Mercado. *Etene*, Fortaleza, v. 5, n. 140, p. 1-8, nov. 2020.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2023/24, 6° levantamento 2024. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos. Acesso em: 24 mar. 2024.

CONTINI, E. et al. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. Brasília: Embrapa, 2019. (Desafios do Agronegócio Brasileiro, 2).

CONTINI, E.; RODRIGUES, R. R.; SILVA, M. A.; PEREIRA, M. G.; SILVA, L. F. P.; SILVA, M. A. P. A.; SILVA, J. C. S.; SOUZA, W. C. L.; LIMA, L. L. C. L.; SANTOS, R. L. V. Produção de milho no Brasil e no mundo: principais dados. Rehagro, 2019. Disponível em: Produção de milho no Brasil e no mundo: cenário e importância

COSTA, R. V. et al. Incidência de podridão de *Macrophomina* no colmo (*Macrophomina phaseolina*) de híbridos de milho em diferentes ambientes na safrinha. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 22, 2023.

COTA, L. V. et al. Monitoramento do uso de fungicidas na cultura do milho no Brasil. *Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica* (INFOTECA-E), 2018.

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

DYER, R. A. Botanical surveys and control of plant diseases. 1949.

FERREIRA, D. F., Sisvar: A computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C.; BRANDÃO, G. R.; DOS PASSOS, A. M. A. Uso de técnicas de Sistema de Informações Geográficas na caracterização fenotípica de sementes e espigas de milho. *Embrapa Milho e Sorgo – Circular Técnica*, 288. Sete Lagoas, MG, 2023.

HARTMAN, T. et al. Alternative hosts in the families Poaceae and Cyperaceae for *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*, causal agent of bacterial leaf streak of corn. *Phytopathology*, v. 110, n. 6, p. 1147-1152, 2020.

HARTMAN, T. et al. Fatores agronômicos associados ao desenvolvimento da estria bacteriana foliar causada por *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* em milho. *Fitopatologia*, v. 110, p. 1132-1138, 2020.

INMET—INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Banco de Dados Meteorológicos do INMET. 2023.

JARDINE, D. J.; CLAFIN, L. E. *Compendium of corn diseases*. 4. ed. St. Paul: Scientific Society, 2016. Disponível em: https://issuu.com/scisoc/docs/flipbook_a3131c27eabeae. Acesso em: 30 mar. 2024.

KAEFER, K. A. C. et al. Caracterização por linhagens, mapeamento por associação e controle genético para resistência às doenças foliares em milho no Oeste do Paraná. 2017. Disponível em: https://tede.unioeste.br/handle/tede/3207.

KORUS, K. et al. Primeiro relato de *Xanthomonas vasicola* causando estrias bacterianas nas folhas do milho nos Estados Unidos. *Plant Disease*, v. 101, p. 1030, 2017.

LANG, J. M. et al. Detection and characterization of *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* (Cobb 1894) comb. nov. causing bacterial leaf streak of corn in the United States. *Phytopathology*, v. 107, n. 11, p. 1312-1321, 2017.

LEITE JUNIOR, R. P. et al. Estria bacteriana do milho no Paraná. Londrina: IAPAR, 2018. 18 p. (Informe da Pesquisa n. 160).

LONGHI, T. V. et al. Sensibility of *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* to chemicals and efficiency of the chemical control of bacterial leaf streak on corn plants. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 44, e54952, 2022.

MAMEDE, M. C. Dickeya zeae, *Pantoea ananatis* e *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*: detecção em sementes de milho e controle com o uso de nanopartículas. 2023. 104 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. DOI: http://doi.org/10.14393/ufu.te.2023.8037.

MARTINS, B. R. DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE TRANSMISSÃO DE *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* POR SEMENTES E RESÍDUOS DE MILHO.

MICHEREFF, S. J. Epidemiologia de doenças de plantas. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia – Fitossanidade, 2001.

MIRANDA, R. A. de. Uma história de sucesso da civilização. *A Granja*, v. 74, n. 829, p. 24-27, jan. 2018.

ORTIZ-CASTRO, M. O. et al. Compreensão atual da história, disseminação global, ecologia, evolução e manejo do patógeno da estria bacteriana das folhas do milho, *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*. *Fitopatologia*, v. 110, n. 6, p. 1124-1131, 2020.

ORTIZ-CASTRO, M. C. Understanding the disease ecology of the corn bacterial leaf streak pathogen *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*. 2019. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade do Estado do Colorado, Fort Collins, 2019.

PEREIRA FILHO, I. A.; BORGHI, E. Cultivares de milho para safra 2022/2023. 2022. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1150188.

PEREIRA FILHO, I. A.; BORGHI, E. Sementes de milho: nova safra, novas cultivares e continua a dominância dos transgênicos. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 251). Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1150188. Acesso em: 02 abr. 2024.

PIETROBON, A. J. et al. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da estria bacteriana do milho. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, v. 20, n. 2, p. 66-72, 2023. DOI: https://doi.org/10.30681/rcaa.v20i2.5858.

PIETROBON, A. J. et al. Manejos químico e genético no controle de *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* e caracteres agronômicos do milho. 2021.

PINHEIRO, L. S. et al. Características agroeconômicas do milho: uma revisão. *Natural Resources*, v. 11, n. 2, p. 13-21, 2021. DOI: http://doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2021.002.0003.

PLAZAS, M. C. et al. First report of *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* causing bacterial leaf streak of maize (*Zea mays*) in Argentina. 2018.

REISSER JUNIOR, C. et al. Atlas climático da região sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2012.

ROBAINA, R. R. et al. Development of a protocol and a diagrammatic scale for quantification of bacterial leaf streak disease on young plants of maize. *Plant Disease*, v. 104, p. 2921-2927, 2020.

SANTOS, H. G. et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. *Embrapa Solos*, Livro técnico (INFOTECA-E), 2018.

SILVA, S. F.; GUIMARÃES, A. M.; CANTERI, M. G. Determinação de modelo estatístico para meta-análise na validação da escala diagramática usando o ambiente R. *Anais SULCOMP*, 7, 2014.

SILVA, D. D.; COTA, L. V.; DA COSTA, R. V. Como manejar doenças foliares em milho. 2020.

SILVA, F. J. A.; MICHEREFF, S. J. Quantificação de fitobacterioses. In: GAMA, M. A. S. et al. *Estado da arte em fitobacterioses tropicais*. Recife: UFRPE, 2016. p. 23-34.

TEBALDI, N. D.; PEREIRA, J. N. P.; SAGATA, E. et al. Occurrence and detection of *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* in naturally contaminated maize seeds in Brazil. *Tropical Plant Pathology*, v. 47, p. 698–702, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s40858-022-00514-z.