

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

ALEX JUNIOR PIETROBON

**MANEJOS QUÍMICO E GENÉTICO NO CONTROLE DE *Xanthomonas vasicola*
pv. *vasculorum* E CARACTERES AGRONÔMICOS DO MILHO**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ
2021**

ALEX JUNIOR PIETROBON

**MANEJOS QUÍMICO E GENÉTICO NO CONTROLE DE *Xanthomonas vasicola*
pv. *vasculorum* E CARACTERES AGRONÔMICOS DO MILHO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

Orientador: Dr. José Barbosa Duarte Júnior

Coorientador: Dr. Odair José Kuhn

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ
2021**

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

Pm Pietrobon, Alex Junior
 Manejos químico e genético no controle de
Xanthomonas vasicola pv. vascularum e caracteres
agronômicos do milho / Alex Junior Pietrobon;
orientador José Barbosa Duarte Júnior; coorientador
Odair José Kuhn. -- Marechal Cândido Rondon, 2021.
61 p.

 Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de
Marechal Cândido Rondon) -- Universidade Estadual do
Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias,
Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2021.

 1. Fitopatologia. 2. Bacterioses do milho. 3.
Métodos de controle. 4. Estria bacteriana do milho.
I. Duarte Júnior, José Barbosa, orient. II. Kuhn,
Odair José, coorient. III. Título.



Universidade Estadual do Oeste do Paraná

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



PARANÁ
 GOVERNO DO ESTADO

ALEX JÚNIOR PIETROBON

Manejes químico e genético no controle de *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* e caracteres agronômicos do milho

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

Orientador – José Barbosa Duarte Júnior

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

Antonio Carlos Torres da Costa

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

José Renato Stangarlin

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

Darci da Fontoura

Corteva Agriscience

Neumarci Vilanova da Costa

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Marechal Cândido Rondon, 24 de junho de 2021

Dedico este trabalho primeiramente à Deus e minha família, pelo apoio, amor e carinho durante esta jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por ter me dado forças para lutar e esperança para não desistir de concretizar meus objetivos.

Aos meus pais, Carlito e Marilene, pela educação a que me foi dada, pelos conselhos e por sempre estarem do meu lado me apoiando e incentivando a seguir na área que escolhi para me tornar um profissional.

A minha esposa, Taiane, por estar ao meu lado em todos os momentos, por acreditar em mim, pela confiança depositada, pelo amor, carinho, respeito, auxílio e compreensão nos momentos em que mais precisei.

Agradeço de forma especial aos professores, orientador José Barbosa Duarte Júnior e ao coorientador Odair José Kuhn, pelas conversas que tivemos, pelo suporte técnico, sugestões, correções, dicas e pelos conhecimentos passados ao longo do curso. Foram essenciais para o desenvolvimento e conclusão desta pesquisa.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em especial a todos os professores do Programa de pós-graduação em Agronomia, que foram indispensáveis para o meu crescimento acadêmico e profissional.

A Corteva Agriscience™, por ter permitido a realização das disciplinas durante horário de expediente, pela disponibilidade de espaço, área experimental, maquinários e equipamentos necessários para realização deste experimento.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!

“Uma chave para o sucesso é a autoconfiança; e
uma chave para a autoconfiança é a preparação”
(Arthur Ashe)

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Precipitação pluviométrica de chuvas, temperatura média semanal e estádios fenológicos das plantas, durante a condução do experimento, no município de Toledo, Paraná.....11
- Figura 2 - Incidência da doença causada por *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* ao longo do tempo em dois híbridos de milho, no município de Toledo, Paraná.....24
- Figura 3 - Curvas de progresso da *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* no híbrido de milho P4285VYHR, expresso em pontos de progresso da doença em função do tempo.25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ingredientes ativos, grupo químico, classificação e modo de ação de produtos, para controle de doenças bacterianas da parte aérea em milho.....	10
Tabela 2 - Características operacionais do aspersor Agropolo MC-20 segundo catálogo do fabricante.....	12
Tabela 3 - Resultado da análise de solo, realizada na área de instalação do experimento em profundidade de 20 cm em LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico. Estação experimental da Corteva Agriscience, Toledo, Paraná, 2019.....	13
Tabela 4 - Nome comercial, ingrediente ativo, concentração (g.i.a L ⁻¹ ou Kg) e dosagem (mL ha ⁻¹) dos produtos químicos utilizados para o controle de <i>Xanthomonas vasicola</i> pv. <i>vasculorum</i> em dois híbridos de milho.....	15
Tabela 5 - Datas e estádios fenológicos dos híbridos durante as avaliações de severidade da estria bacteriana do milho, no município de Toledo, Paraná.....	21
Tabela 6 - Área abaixo da curva de progresso da doença de bacteriose e a eficácia de controle em milho em função dos híbridos P30F53VYHR e P4285VYHR e o uso de bactericidas mais a testemunha (H ₂ O), no município de Toledo – PR.....	27
Tabela 7 - Severidade máxima de estria bacteriana em função dos híbridos P30F53VYHR e P4285VYHR e a aplicação foliar de bactericidas mais a testemunha (H ₂ O), no município de Toledo - PR.....	28
Tabela 8 - Resumo da análise de variância com os quadrados médios das variáveis analisadas: altura de plantas (AP), altura de espiga (AE), fileiras de grãos (FG), grãos por fileiras (GF), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (P), em função de dois híbridos de milho e a aplicação foliar de bactericidas mais a testemunha (H ₂ O), no município de Toledo – PR.....	29
Tabela 9 - Altura de plantas (cm) e altura de espigas (cm) de milho submetidos a diferentes tratamentos com bactericidas, aplicados na parte aérea das plantas para o controle da estria bacteriana em dois híbridos de milho. Toledo, Paraná, 2020.....	30
Tabela 10 - Fileiras de grãos (n°) e grãos por fileira (n°) de milho submetidos a diferentes tratamentos com bactericidas, aplicados na parte aérea das plantas para o controle da estria bacteriana em dois híbridos de milho. Toledo, Paraná, 2020.....	31
Tabela 11 - Massa de mil grãos (g) e a produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) de milho em função dos híbridos P30F53VYHR e P4285VYHR e a aplicação de bactericidas mais a testemunha (H ₂ O) por via foliar no controle da estria bacteriana no milho, na Safra 2020, no município de Toledo – PR.....	32

RESUMO

PIETROBON, Alex Junior. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Junho de 2021. **Manejos químico e genético no controle de *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* e caracteres agronômicos do milho.** Orientador: Dr. José Barbosa Duarte Júnior. Coorientador: Dr. Odair José Kuhn.

As doenças foliares representam um dos fatores limitantes ao desenvolvimento da milhocultura no Brasil. Nesse contexto, destaca-se a bacteriose causada pela *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*, pelo fato de ser uma doença com poucas informações quanto ao seu manejo, de rápida disseminação e difícil controle. Portanto, neste estudo, objetivou-se avaliar o efeito dos manejos químicos e genéticos quanto ao seu potencial no controle de *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* e caracteres agronômicos do milho. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições em esquema fatorial 2x7, sendo o primeiro fator os híbridos de milho P30F53VYHR, com maior tolerância e P4285VYHR, com maior susceptibilidade a doença. O segundo fator corresponde aos sete produtos, com os seguintes ingredientes ativos: casugamicina; enxofre; óxido cuproso; oxiclreto de cobre; amônia quaternária; fosfito de potássio; testemunha (sem aplicação). Os produtos à base de amônia quaternária, óxido cuproso, oxiclreto de cobre e casugamicina proporcionam a maior supressão da doença no híbrido suscetível, com a área abaixo da curva de progresso da doença na média 55% menor que a testemunha. Contudo, nenhum dos produtos aplicados, mesmo que promovendo o controle significativo da doença, não apresentaram efeito sobre a produtividade de grãos do milho. O híbrido de milho P30F53VYHR mostrou-se geneticamente resistente ao patógeno em estudo, e apresentou resultados superiores ao P4285VYHR para todas as características agronômicas avaliadas, com destaque para a produtividade de grãos que em média foi 19% maior e, sendo de aproximadamente 13.240 kg ha⁻¹ versus 10.752 kg ha⁻¹, respectivamente. Assim, o uso de material geneticamente resistente constitui uma alternativa eficiente ao manejo dessa bacteriose.

Palavras-chave: Controle químico. Severidade. Estria bacteriana do milho.

ABSTRACT

PIETROBON, Alex Junior. West Paraná State University, Jun of 2021. **Chemical and genetic managements in the control of *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* and agronomic traits of corn.** Advisor: Dr. José Barbosa Duarte Júnior. Co-advisor: Dr. Odair José Kuhn.

Leaf diseases represent one of the limiting factors for the development of the corn crop in Brazil. In this context, bacteriosis caused by *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*, as it is a disease with little information about its management, rapid dissemination and difficult to control. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of chemical and genetic managements regarding their potential in the control of *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* and agronomic traits of corn. The experimental design used was randomized blocks, with three replications in a 2x7 factorial scheme, the first factor being the corn hybrids P30F53VYHR, with greater tolerance and P4285VYHR, with greater susceptibility to the disease. The second factor corresponds to the seven products, with the following active ingredients: casugamycin; sulfur; cupous oxide; copper oxychloride; quaternary ammonia; potassium phosphite; control (no application). Products based on quaternary ammonia, cuprous oxide, copper oxychloride and casugamycin provide the greatest disease suppression in the susceptible hybrid, with an area under disease progress curve on average 55% lower than the control. However, none of the products applied, even if promoted or significant control of the disease, has no consequence on corn grain yield. The P30F53VYHR corn hybrid proved to be genetically resistant to the pathogen under study, with results superior to P4285VYHR for all evaluated agronomic traits, with emphasis on grain yield that on average was 19% higher and approximately 13,240 kg ha⁻¹ versus 10,752 kg ha⁻¹, respectively. Thus, the use of genetically resistant material constitutes an efficient alternative for the management of this bacteriosis.

Keywords: Chemical control. Severity. Bacterial streak of corn.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	A CULTURA DO MILHO.....	3
2.2	DOENÇAS FOLIARES NA CULTURA DO MILHO.....	4
2.3	ESTRIA BACTERIANA DO MILHO.....	6
2.4	CONTROLE QUÍMICO.....	8
3.	MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	10
3.2	HISTÓRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	13
3.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	14
3.4	IMPLANTAÇÃO E MANEJO EXPERIMENTAL.....	15
3.4.1	Semeadura e tratos culturais	15
3.4.2	Aplicação dos produtos bactericidas	16
3.5	INOCULAÇÃO DE <i>Xanthomonas vasicola</i> pv. <i>vasculorum</i> NAS PLANTAS DE MILHO E AVALIAÇÃO DE INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DA DOENÇA....	17
3.5.1	Preparo do inóculo bacteriano e aplicação a campo	17
3.5.2	Desenvolvimento de escala diagramática para avaliação da severidade de <i>Xanthomonas vasicola</i> pv. <i>vasculorum</i>	19
3.5.3	Avaliações de incidência e severidade da doença	20
3.6	CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS AVALIADAS.....	21
3.6.1	Altura de plantas e espigas	22
3.6.2	Número de fileiras de grãos por espiga e número de grãos por fileira	22
3.6.3	Massa de mil grãos	22
3.6.4	Produtividade de grãos	22
3.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5	CONCLUSÕES	35
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

APÊNDICE A – Croqui ilustrativo da área experimental, no município de Toledo, Paraná.....	43
APÊNDICE B – Croqui ilustrativo de duas parcelas do experimento, no município de Toledo, Paraná.....	44
APÊNDICE C – Escala diagramática desenvolvida para avaliação da severidade da estria bacteriana do milho.....	45
APÊNDICE D – Relação entre severidade real (linha cheia) e severidade estimada, (linha pontilhada), para <i>Xanthomonas vasicola</i> pv. <i>vasculorum</i> em folhas de milho, obtida por dez avaliadores sem (S1 a S10) e com (C1 a C10) a escala diagramática proposta. Toledo, Paraná, 2020.....	46
APÊNDICE E – Erros absolutos (severidade real menos severidade estimada) das estimativas de severidade da estria bacteriana do milho, obtido por dez avaliadores sem (S1 a S10) e com (C1 a C10) a escala diagramática proposta. Toledo, Paraná, 2020.....	47
APÊNDICE F – Coeficientes lineares (a), coeficientes angulares (b), coeficientes de determinação (R^2) das equações de regressão linear simples, relacionando estimativas visuais (variável dependente) de severidade da estria bacteriana do milho efetuadas por dez avaliadores, sem e com o uso da escala diagramática proposta, à severidade real (variável independente) obtida com o auxílio do software QUANT v.1.0.2. Toledo, Paraná, 2020.....	48

1. INTRODUÇÃO

O milho é o cereal mais importante e mais cultivado no mundo. Atualmente o Brasil é o terceiro maior produtor do grão e conforme a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2020) na safra 2019/2020 houve uma produção recorde de 102,1 milhões de toneladas. No cenário do agronegócio, este cereal representa um dos mais significativos no Estado do Paraná, que se mantém como segundo maior produtor nacional de milho, com produção aproximada de 11,7 milhões de toneladas na safra 2019/2020 (DERAL, 2020).

Entretanto, muitas áreas cultivadas com milho estão sob monocultivo, sem o emprego de sistemas de rotação de cultura, favorecendo com isso o aumento da incidência de doenças e, sobretudo, a intensidade de infecção pelos patógenos. Entre as condições limitantes do cultivo do milho, as doenças causadas por bactérias apresentam grande relevância, pois afetam raízes, colmo, tecido foliar ou grãos (MEDEIROS et al., 2018) e, podem limitar a expansão da produção.

Dentre essas doenças, tem-se a estria bacteriana do milho, causada pela bactéria *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* (Xvv). Esta doença apresenta danos expressivos e irreversíveis, com sintomas que podem acontecer em qualquer estágio de desenvolvimento (LEITE JÚNIOR et al., 2018a). Sua ocorrência é favorecida por condições edafoclimáticas e seu crescimento ótimo ocorre em temperaturas de aproximadamente 28°C (ORTIZ-CASTRO, 2019), encontrando no clima brasileiro, requisitos ideais para seu desenvolvimento.

Atualmente, ela é considerada a principal bacteriose que afeta a cultura do milho no Brasil, podendo ser encontrada em várias regiões produtoras. Essa doença afeta principalmente o tecido foliar, causando lesões alongadas e estreitas, em casos mais severos pode se estender para o caule e brácteas (LEITE JÚNIOR et al., 2018a), acarretando danos de ordem qualitativa e quantitativa. Em dimensões epidêmicas, apresenta níveis de incidência superiores a 90% e pode comprometer mais de 50% da área foliar em híbridos suscetíveis (BRODERS, 2017).

Essa bactéria, além disso, podem persistir em plantas daninhas e resíduos culturais, constituindo-se fonte de inóculo para a próxima safra, e ser disseminados a

longas distâncias pelo vento (BRODERS, 2017), chuva e /ou irrigação (ORTIZ-CASTRO et al., 2020). Esse conjunto de fatores torna ainda mais intrincado o processo de prevenção à disseminação da doença para lavouras não infectadas.

Como as demais doenças bacterianas, o controle de *Xvv* é difícil e, nesse caso, ainda desconhecido (BRODERS, 2017), além do mais, o emprego de fungicidas se apresentou como ineficaz no controle do patógeno (LEITE JÚNIOR et al., 2018a). Dessa forma, devido à grande dificuldade no controle da estria bacteriana, o uso de produtos químicos para o manejo de *Xvv* apresenta-se como uma importante possibilidade de medida fitossanitária.

Entretanto, no Brasil, até o momento, não há produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o controle da doença. E, ainda que o uso de químicos na agricultura apresente impactos negativos, especialmente, em relação aos danos ambientais e à saúde pública (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018), eles, por outro lado, também evidenciam sua eficiência, cuja ação é mais rápida quando comparado a outros métodos de controle.

Apesar da dimensão atingida pela estria bacteriana do milho no Brasil, poucas são as informações disponíveis e, não há, ao nível nacional, estudos capazes de mensurar os danos econômicos acarretados, assim como o rendimento e qualidade de grãos. Praticamente nenhum trabalho relata o uso de defensivos agrícolas para o controle de *Xvv* na milhocultura, sendo necessário estudar seu potencial para este fim.

Diante do exposto, foi pesquisada a seguinte hipótese: compostos químicos a base casugamicina, enxofre, óxido cuproso, oxicloreto de cobre, amônia quaternária e fosfito de potássio promovem o controle da bacteriose e proporcionam condições favoráveis à expressão genética produtiva do milho.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos manejos químicos e genéticos quanto ao seu potencial no controle de *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* e caracteres agronômicos do milho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea anual, originária da América Central e cultivada em praticamente todas as regiões do mundo. Pode ser classificada como planta C₄, angiosperma, monocotiledônea, pertencente à família Poaceae. Esta cultura tem grande importância no Brasil e no mundo, pois é utilizada tanto na alimentação humana quanto animal, assim como para uso energético e industrial, em virtude de seu potencial produtivo, componentes químicos e valor nutricional (BARROS; CALADO, 2014).

Em função do melhoramento genético de plantas, a indústria brasileira de sementes tem disponibilizado para o agricultor cultivares com ciclo fenológico, porte e outras características distintas, tornando-o cultivável em diferentes regiões. Contudo, há diversos aspectos que afetam o potencial produtivo da cultura do milho, ocasionando entraves constantes para diversas áreas da pesquisa agrônômica, entre outros fatores, destacam-se as doenças (CARVALHO et al., 2016), que interferem sobre o desenvolvimento das plantas e nos aspectos econômicos.

Seu ciclo de desenvolvimento é dividido em duas grandes fases, o vegetativo (V) e o reprodutivo (R), onde o tempo entre eles é definido pelas condições ambientais, genótipos (FANCELLI, 2015), contexto e disponibilidade de nutrientes. Os estádios vegetativos de desenvolvimento iniciam com a emergência das plântulas (V_E) e, seguidamente, os estádios são determinados pelo número de folhas completamente expandidas (V₁, V₂, V₃, V_n). Essa etapa se estende até o pendoamento (V_T), quando o último ramo do pendão se encontra totalmente visível, porém, os estilo-estigmas ainda não emergiram. Então, iniciam-se os estádios reprodutivos (R₁, R₂, R₃, R₄, R₅), caracterizados pelo surgimento e desenvolvimento de grãos na espiga. Esse período se estende, até que as plantas atinjam a maturidade fisiológica (R₆) (RITCHIE; HANWAY, 1989).

O milho é uma planta ereta, robusta, diploide, (GUIMARÃES; LANDAU, 2015), com fecundação cruzada e ao acaso. As plantas podem atingir uma altura de mais 2

metros em um ciclo que pode variar entre 110 e 160 dias, de acordo com a caracterização dos genótipos (FANCELLI, 2015) e condições de clima.

A planta de milho apresenta raiz do tipo fasciculada, constituída por um feixe de raízes, que desempenham papel funcional e estrutural. Seu caule é do tipo colmo, geralmente não ramificado, com nós e entrenós e, além disso, serve como órgão de reserva. As folhas são estreitas e compridas, pilosas, com nervuras paralelas e uma nervura central vigorosa. O milho é uma planta monoica, isso significa que possui órgãos femininos e masculinos na mesma planta, estando os femininos em espigas axilares e os masculinos agregados junto à panícula (BARROS; CALADO, 2014).

Esta cultura, em condições normais germina num período de aproximadamente 4 a 6 dias. A temperatura ideal para o crescimento do milho, da fase de emergência à floração, se situa entre 24 e 30°C. Ele pode ser cultivado em regiões, onde as precipitações variam entre 250 mm até 5.000 mm anuais. Ou seja, para que o seu potencial de produção se expresse ao máximo, a cultura, precisa, sobretudo, de temperatura, fotoperíodo e precipitação (CRUZ et al., 2010) distribuídas uniformemente ao longo do seu ciclo.

Embora seja cultivada em diferentes localidades e em duas safras no mesmo ano agrícola, as condições ambientais tornam-se, à vista disso, determinantes para a milhocultura. Não apenas a morfologia e a fisiologia reprodutiva, mas todo o ciclo de vida desse vegetal é influenciado (LIMA et al., 2018), assim como o seu potencial produtivo é afetado, sobremaneira, pela combinação de fatores tecnológicos e adoção de práticas de manejo, como: rotação de culturas, controle de plantas daninhas, pragas e doenças, uso de sementes certificadas, época e densidade de semeadura, correção e fertilização do solo, uso de variedades resistentes e utilização de fungicidas/bactericidas (SILVA, 2017).

2.2 DOENÇAS FOLIARES NA CULTURA DO MILHO

Diversas doenças foliares afetam a cultura do milho, dentre elas enfatizam-se a antracnose (*Colletotrichum graminicola*); mancha foliar de macróspora (*Diplodia macrospora* Earle) (WORDELL FILHO et al., 2016), e de forma mais recorrente no Estado do Paraná, a cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*); ferrugem polissora (*Puccinia*

polysora); ferrugem branca (*Physopella zae*); ferrugem comum (*Puccinia sorghi*); helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*); mancha branca (*Pantoea ananatis*) (FRANCO et al., 2013) e a estria bacteriana do milho (*Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*) constatada recentemente nas lavouras do Estado (LEITE JÚNIOR et al., 2018b).

As alterações no sistema de cultivo, como o emprego de semeadura direta, irrigação e ausência da rotação de culturas concomitante a fatores ambientais, favoreceu a expansão da área cultivada e fez com que o milho estivesse presente o ano inteiro nas lavouras. Paralelamente a isso, estabeleceu-se uma ponte verde, afetando o vazio sanitário e proporcionando condições para o aumento de doenças da cultura (CUNHA et al., 2019), já que restos culturais no solo podem favorecer a sobrevivência de fitopatógenos.

Junto à intensificação da produção de milho no país, observa-se a elevação da taxa de inóculos de vários fitopatógenos nas lavouras, tais como fungos, vírus e bactérias. De modo geral, as doenças foliares, interferem diretamente na redução da capacidade fotossintética, causando senescência prematura das folhas, destruição do tecido vegetal e, podem, ainda, comprometer a produção de grãos (CHAGAS et al., 2015; CUNHA et al., 2019).

Mesmo com todas as tecnologias disponíveis, a ocorrência de doenças de plantas ainda simboliza o principal fator limitante ao alto rendimento do milho, especialmente nas regiões mais quentes do país (SABATO et al., 2013). Para que a doença se estabeleça é necessário, sobretudo, um conjunto de interações entre hospedeiro suscetível, patógeno virulento e condições ambientais favoráveis à infecção, colonização e proliferação do fitopatógeno (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 2018).

Como base fundamental para o controle ou até mesmo prevenção dessas doenças destaca-se o uso de variedades resistentes, escolha da época para semeadura, rotação de culturas, utilização de sementes tratadas e de boa qualidade, semeadura em conformidade com população e arranjo de plantas recomendados, controle de irrigação, realização da adubação recomendada, manejo integrado de pragas e doenças, colheita na época correta e uso de controle químico (SABATO et al., 2013; WORDELL FILHO et al., 2016). Essas ações de manejo podem reduzir o potencial do inóculo e, conseqüentemente, a disseminação das doenças nas lavouras.

2.3 ESTRIA BACTERIANA DO MILHO

A estria bacteriana do milho é uma doença foliar, descrita pela primeira vez em lavouras de milho, na África do Sul, no ano de 1949 (PEREZ-QUINTERO et al., 2020). Contudo, apenas recentemente se disseminou para diversas regiões produtoras ao redor do mundo, atingindo níveis epidêmicos em pelo menos nove regiões produtoras dos Estados Unidos (KORUS et al., 2017), em diversas províncias da Argentina (PLAZAS et al., 2018), e Brasil, afetando o Estado Paranaense (LEITE JÚNIOR et al., 2018a).

No Brasil, os sintomas iniciais foram identificados em 2016, no entanto, durante a safra 2018 verificou-se um aumento na incidência da doença. Ela já foi constatada na região Oeste do Estado do Paraná, nos municípios de Assis Chateaubriand, Cafelândia, Cascavel, Corbélia, Entre Rios do Oeste, Marechal Cândido Rondon, Nova Aurora, Nova Santa Rosa, Ouro Verde do Oeste, Palotina, Pato Bragado, Quatro Pontes, Santa Helena, Santa Tereza do Oeste, São José das Palmeiras, São Miguel do Iguaçu, Toledo, Ubitatã e Vera Cruz do Oeste; na região Centro-Oeste, ocorreu nos municípios de Campo Mourão e Floresta; na região Norte em Assaí, Londrina, Marialva, Rolândia, Sertãoópolis e Mandaguari; e no Sudoeste no município de Francisco Beltrão (LEITE JÚNIOR et al., 2018a; LEMISKA et al., 2019).

A estria bacteriana é causada por bactérias do gênero *Xanthomonas*. No entanto, o patógeno da estria foliar do milho apresenta peculiaridades em relação a outras espécies e patovares desse gênero. Com base nisso e em testes de patogenicidade em hospedeiros específicos, a espécie, ao longo dos anos, recebeu alterações em sua nomenclatura (LEITE JÚNIOR et al., 2018a). Mas, somente a partir de um conjunto de análises moleculares e estudos de patogenia é que se classificou o agente causal da estria bacteriana do milho como *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* (LANG et al., 2017), que é representada por células do tipo bastonete, não fermentativa e gram-negativa (LEITE JÚNIOR et al., 2018b).

Com relação à epidemiologia da *Xv* na cultura do milho, especialmente em condições climáticas brasileiras, as informações são relativamente limitadas, já que a doença é recente no país. Em geral, sabe-se que ela pode sobreviver em restos culturais infectados e em plantas daninhas/alternativas, como: *Avena sativa*; *Oryza sativa*;

Sorghum bicolor; *Sorghum halepense*; *Cyperus esculentus*; *Setaria viridis*; *Setaria verticillata* (HARTMAN et al., 2020). Além disso, também pode ser transmitida via sementes (ARIAS et al., 2020).

Seu crescimento ótimo ocorre em altas temperaturas, sobretudo, naquelas aproximadas à 28°C, no entanto, o patógeno pode se desenvolver numa faixa de 10 a 37°C (ORTIZ-CASTRO, 2019). A dispersão da bactéria acontece a partir do vento (BRODERS, 2017), água de chuva e/ou irrigação (ORTIZ-CASTRO et al., 2020).

Os pontos principais de penetração da bactéria nos tecidos foliares são através de estruturas de abertura naturais, como os estômatos e eventuais ferimentos físicos na folha. Levando-se em consideração a sintomatologia da doença, a colonização do tecido efetua-se, normalmente, de forma paralela às nervuras principais (LEITE JÚNIOR et al., 2018a).

Os principais sintomas causados pelo patógeno podem acontecer em qualquer fase de desenvolvimento do milho. Eles caracterizam-se, inicialmente, pela presença de gotículas pequenas, secas e amarelas nas folhas. Com o desenvolvimento da infecção, essas gotículas progridem para lesões finas e alongadas, envoltas por bordas amarelas e onduladas, tais características permitem diferenciá-la de outras patologias (LEITE JÚNIOR et al., 2018a).

As lesões podem apresentar coloração marrom ou amarela-alaranjada e em casos mais severos, pode atingir toda a extensão foliar e coalescer, disseminando a infecção para folhas inferiores e formando lesões necróticas, especialmente em híbridos de milho suscetíveis (LEITE JÚNIOR et al., 2018a). Em função disso, *Xvv* também pode causar eventuais deformações nas folhas (KARAMURA et al., 2015).

Quanto ao ciclo da doença, acredita-se que o patógeno presente em restos culturais da safra anterior, juntamente às condições climáticas adequadas e fatores como irrigação, chuva ou vento promovem o lançamento de *Xvv* em novos tecidos presentes na lavoura, causando a infecção primária pela penetração do patógeno no hospedeiro. A partir disso, inicia-se o processo de desenvolvimento das lesões e, conseqüentemente, a dispersão do inóculo planta-planta e campo-campo. O patógeno tende a se espalhar pela lavoura até o momento da colheita do milho, que pelos resíduos deixados na

superfície do solo, fornece o inóculo para a próxima estação de cultivo (ORTIZ-CASTRO et al., 2020).

Dentro desse contexto, como a *Xvv* pode permanecer em restos culturais, fatores agronômicos como a rotação de culturas, com espécies não hospedeiras, tais como: *Triticum aestivum* L.; *Triticosecale*; *Hordeum vulgare*; *Cereal secale*; *Panicum virgatum*; representam uma opção para minimização de sua incidência (HARTMAN et al., 2020).

Além disso, são preditores determinantes para a disseminação de *Xvv* em lavouras de milho o tipo de irrigação utilizado, estágio de crescimento, preparo do solo e data de semeadura (HARTMAN et al., 2020), assim como a limpeza dos equipamentos agrícolas, utilização de genótipos resistentes e controle de plantas voluntárias (LEITE JÚNIOR et al., 2018a).

As informações sobre medidas eficazes de controle e prevenção de *Xvv* ainda são escassas (BRODERS, 2017). Também não há nenhum tipo de controle biológico ou químico disponível, portanto, as recomendações enfocam, especificamente, parâmetros gerais para o controle de doenças bacterianas e com base nas características do patógeno *Xvv* (LEITE JÚNIOR et al., 2018a).

Em termos de controle, a aplicação de fungicidas, normalmente, não tem sido eficaz no tratamento de doenças bacterianas. Nesse contexto, para que se evitem danos significativos com essa doença, não se pode esquecer, que é fundamental a identificação correta dela, a partir da análise sintomatológica, assim como a utilização de controle químico eficiente (LEITE JÚNIOR et al., 2018a).

2.4 CONTROLE QUÍMICO

O controle químico de doenças em plantas pode ser definido como o emprego de diversos tipos de produtos, com moléculas orgânicas e inorgânicas, conhecidos como defensivos agrícolas, para a redução das atividades da doença. Devido à vulnerabilidade das plantas às ações dos patógenos, esse tipo de controle, na maioria dos casos, representa a principal medida econômica e eficientemente viável à promoção da qualidade dos produtos e da alta produtividade, fatores que vão de encontro aos princípios defendidos pela agricultura moderna (SILVA JUNIOR; BEHLAU, 2018).

Desde a revolução verde, identifica-se o crescimento exponencial da indústria de defensivos agrícolas, destinados a atender a demanda da agricultura, para a realização das produções. Dentre os principais tipos de controle químico, destacam-se: fungicidas, bactericidas, herbicidas e inseticidas (FONSECA; ARAUJO, 2015), utilizados em diversas culturas.

O uso de defensivos agrícolas para o controle de doenças em plantas, vem se destacando pela sua eficácia e rendimento operacional. No entanto, os bactericidas e fungicidas, por exemplo, representam um grupo de produtos com propriedades químicas e biológicas muito instáveis. Por este motivo, a eficácia de controle com esses tipos de defensivos agrícolas, torna-se, conseqüentemente, variável e dependente de diversos aspectos, a citar: natureza do produto, época e método de aplicação e fase de desenvolvimento da doença (SILVA JUNIOR; BEHLAU, 2018).

Além disso, técnicas culturais que configuram necessárias à alta produtividade, tais como densidade de semeadura, monocultura, adubação, irrigação e outros, constituem-se, neste caso, fatores que favorecem a ocorrência de patologias nas plantas. Em uma aproximação com a produtividade, o controle de doenças, de modo geral, não pode ser entendido de forma isolada. Pelo contrário, ele deve ser considerado como incorporado a outras condições que formam a cadeia da produção: condições ambientais, variedade, manejo cultural, entre outros (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 2018).

Entretanto, a eficiência do controle químico e redução de custos econômicos e danos ambientais, também depende da forma como o produto é aplicado. Esse processo deve ser realizado com critérios, dentre os principais: dosagem preconizada, tipo de equipamento, características específicas da cultura, calibração e regulação do pulverizador e condições climáticas (SILVA JUNIOR; BEHLAU, 2018).

Neste sentido, muitos produtos classificados como fungicidas também possuem ação bactericida e, sobretudo, envolvem diversos princípios de controle em função da natureza do produto, mecanismo de ação, metodologia de aplicação e estágio de desenvolvimento da doença (SILVA JUNIOR; BEHLAU, 2018).

Em função disso, torna-se fundamental compreender sua atuação bioquímica sobre o metabolismo dos patógenos, conforme se verifica na Tabela 1.

Tabela 1 - Ingredientes ativos, grupo químico, classificação e modo de ação de produtos, para controle de doenças bacterianas da parte aérea em milho.

Ingrediente ativo	Grupo	Classificação	Modo de ação
Casugamicina	D3	Bactericida	Inibição da síntese de aminoácidos e proteínas
Enxofre	M02	Fungicida/Bactericida	Atividade de contato multissítio
Cobre	M01	Fungicida/Bactericida	Atividade de contato multissítio
Amônia quaternária	NC	Bactericida	Indução de resistência
Fosfito de potássio	-	Fertilizante foliar	Indução de resistência

Fonte: Agrofit 2021.

No caso da milhocultura, a eficiência do controle químico em doenças foliares, depende da eficácia da pulverização, que é frequentemente dificultada pela arquitetura da planta (SABATO et al., 2013). Apesar disso, o controle de doenças foliares na cultura do milho tem apresentado bons resultados, tanto em questão de controle quanto de manutenção de produtividade, quando aplicados no momento adequado. Tais resultados são detectados, normalmente, como incremento na produção, em relação as demais áreas não pulverizadas (BRITO et al., 2012; MANFROI et al., 2016; MOTERLE; SANTOS, 2019).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O presente trabalho foi conduzido durante a segunda safra do ano de 2020, no município de Toledo, Estado do Paraná, na área experimental da Corteva Agriscience. A altitude do local é de 540 metros, latitude sul de 24°67'30" e a longitude oeste de 53°75'34". O solo predominante nesta região é o LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico (SANTOS et al., 2018).

As informações referentes a precipitação pluviométrica e temperaturas médias máximas e mínimas semanais, ocorridas durante a condução do experimento foram

obtidas a partir de uma estação meteorológica automatizada, da marca Davis, modelo Vantage Pro2, localizada a 100m de distância da área experimental. Os dados estão apresentados na Figura 1.

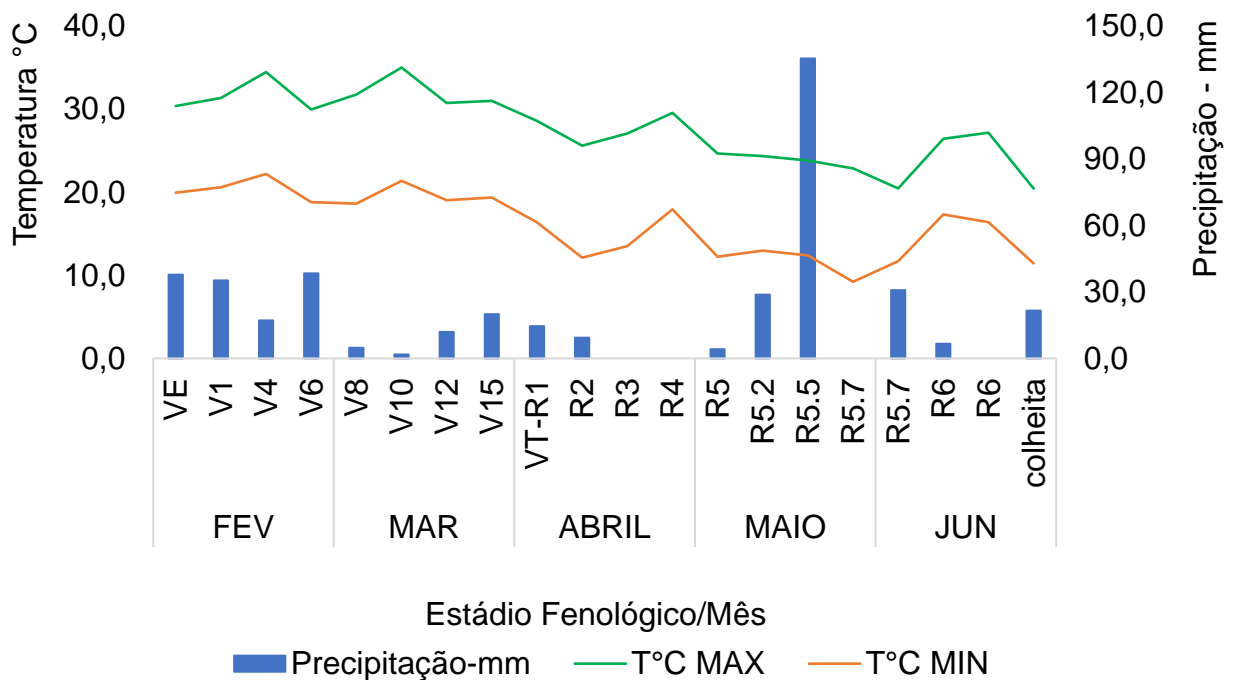


Figura 1 - Precipitação pluviométrica de chuvas, temperatura média semanal e estádios fenológicos das plantas, durante a condução do experimento, no município de Toledo, Paraná.

Durante a condução do experimento, houve períodos com baixa precipitação pluviométrica, principalmente do início da primeira semana de março até a segunda semana de maio. Desta forma, para criar um microclima favorável à infecção e ao desenvolvimento do patógeno em estudo, empregou-se um sistema de irrigação por aspersão, para compensar a deficiência hídrica.

Os aspersores utilizados foram da marca Agropolo, modelo MC-20, giro completo, bocais de 2,8 mm, cujas características operacionais são apresentadas na Tabela 2. A pressão de operação foi verificada através de manômetro conectado à linha central.

Tabela 2 - Características operacionais do aspersor Agropolo MC-20 segundo catálogo do fabricante.

Bocal	Pressão de serviço (mca)	Vazão (L h ⁻¹)	Raio de alcance (m)
	10	299,7	
	15	367,4	
2,8	20	425,2*	7,2
mm	25	475,9	
	30	521,3	
	35	563,1	

*Condição empregada no trabalho.

Este sistema foi programado para realizar uma lâmina de água a cada 45 minutos, sendo 5 minutos ligados e 40 desligados. Para isso, fixou-se dois turnos de irrigação: durante o dia, o seu funcionamento acontecia de forma contínua, das 7:00 as 19:00 horas, seguindo a escala de tempo descrita anteriormente. E, durante o turno da noite, estabeleceu-se 3 períodos de funcionamento, com apenas 5 minutos de molhamento às 21:00, 00:00 e 3:00 horas, respectivamente, totalizando aproximadamente 10 mm por dia.

As atividades de irrigação mantiveram-se ao longo de todos os dias, desde a quarta semana de fevereiro até a quarta semana do mês de abril, exceto nos dias onde houve precipitações naturais ou desenvolvimento de atividades na área experimental. Cabe ressaltar, que após a aplicação dos produtos químicos, respeitou-se um período mínimo de 24 horas de intervalo, onde as atividades de irrigação foram interrompidas, para evitar possíveis influencias do meio.

Antes da implantação do experimento, amostragens de solo foram realizadas na profundidade de 0-20 cm, com auxílio de um trado, tipo sonda. Os resultados das análises de solo da área experimental, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultado da análise de solo, realizada na área de instalação do experimento em profundidade de 20 cm em LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico. Estação experimental da Corteva Agriscience, Toledo, Paraná, 2019.

pH CaCl ₂	Ca	Mg	K	P	AL	H+AL	T	V (%)	MO (g dm ⁻³)
5,6	10,07	3,01	0,94	38,5	0	3,41	14,02	80,3	33,1
Granulometria %			Mg dm ⁻³				Cmol _c dm ⁻³		
Areia	Silte	Argila	Fe	Mn	Cu	Zn	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
17,5	17,38	65	22,9	32,3	2,05	4,85	3,36	10,74	3,21

* Teores dos micronutrientes e P estão expressos em Mg dm⁻³, demais nutrientes em Cmol_c dm⁻³.

** Análise realizada no Laboratório de Análises Agronômicas Solanalise.

3.2 HISTÓRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL

A área experimental foi anteriormente cultivada com milho, com o propósito de ampliar o inóculo de *Xvv* na área de implantação do experimento. Para tanto, realizou-se a inoculação artificial da bactéria nas plantas de milho (isolado pertencente ao Laboratório de Fitopatologia da Unioeste, *Campus Marechal*) com a estirpe SAM 119.

Inicialmente, realizaram-se lesões nos tecidos foliares superiores da cultura com o auxílio de uma tesoura, por conseguinte, foi feita a inoculação, com um borrifador manual, com capacidade para 500 mL, pulverizando aproximadamente 0,5 mL da suspensão por planta. A inoculação foi realizada em 10 de dezembro de 2019, no final de tarde, momento em que as condições ambientais se encontravam mais adequadas à infecção.

Nesta etapa, utilizaram-se dois tipos de híbridos de milho comercial, a citar: P4285VYHR e AS1777PRO3, com a intenção de avaliar o comportamento deles em relação à suscetibilidade a doença. Estes foram semeados de forma alternada, sendo um material em cada linha de semeadura. A adubação de base utilizada foi de 300 kg ha⁻¹ do fertilizante Top-Phos¹, da Timac Agro. O controle de insetos-pragas e plantas daninhas foi realizado conforme a necessidade da cultura. A adubação de Nitrogênio

¹ Composição química: 3% de N; 28% de P; 10% de Ca; 5% de S; 0,12% de Cu; 0,12% de B; 0,3% de Mn e 0,3% de Zn.

foliar, ocorreu com Sulfammo Meta² na dosagem de 400 kg ha⁻¹, no estágio V₄ de desenvolvimento da cultura.

Foi possível observar, já aos 10 dias após a inoculação (DAI) a presença de sintomas da estria bacteriana, com maior intensidade no material P4285VYHR. O ensaio foi destruído aos 30 DAI, quando a cultura encontrava-se no final do estágio reprodutivo (R₁). Essa atividade foi desenvolvida de forma mecanizada, com o uso de um trator, marca John Deere, modelo 6130 e, roçadeira acoplada, marca Maqtron, modelo RT-1400, deixando-se os restos culturais, contendo o patógeno, na área experimental.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com três repetições, em esquema fatorial 2x7. O primeiro fator foi constituído por dois híbridos de milho e o segundo formado por sete produtos, um deles sendo a testemunha (sem o uso de aplicação) e os outros seis com uso de produtos químicos. Assim, a combinação dos fatores resultou em 14 tratamentos e um total de 42 unidades experimentais.

Desta forma, obteve-se os seguintes tratamentos: T1- P30F53VYHR+casugamicina; T2- P30F53VYHR+enxofre; T3- P30F53VYHR+óxido cuproso; T4- P30F53VYHR+oxicloreto de cobre; T5- P30F53VYHR+amônia quaternária; T6- P30F53VYHR+fosfito de potássio; T7- P30F53VYHR+H₂O (testemunha); T8- P4285VYHR+casugamicina; T9- P4285VYHR+enxofre; T10- P4285VYHR+óxido cuproso; T11- P4285VYHR+oxicloreto de cobre; T12- P4285VYHR+amônia quaternária; T13- P4285VYHR+fosfito de potássio; T14- P4285VYHR+H₂O (testemunha), conforme se verifica na Tabela 4.

A seleção dos produtos utilizados no experimento foi realizada de acordo com o levantamento dos mais indicados pelas empresas agrícolas no controle de bacterioses na cultura do milho, na região Oeste do Paraná.

² Composição química: 29% de N; 4% de Ca; 2% de Mg e 8% de S.

Tabela 4 - Nome comercial, ingrediente ativo, concentração (g.i.a L⁻¹ ou Kg) e dosagem (mL ha⁻¹) dos produtos químicos utilizados para o controle de *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* em dois híbridos de milho.

Nome comercial	Ingrediente ativo	Concentração	Dosagem
Kasumin	Casugamicina	20	3000
Sulper	Enxofre + nitrogênio	250 + 110	1500
Big Red	Óxido cuproso	500	100
YaraVita Coptrac	Oxicloreto de cobre + nitrogênio	499 + 68	500
Serquinutri Proctegeh	Cálcio + nitrogênio + (amônia quaternária + ácido salicílico)	20 + 10	1500
Curative	Fosfito de potássio + magnésio + enxofre + cobre + níquel	450 + 250 + 23 + 29 + 10 + 5	500
Testemunha	H ₂ O	0	0

A semeadura foi realizada em blocos, em conformidade com um sorteio pré-estabelecido, onde os híbridos e os produtos permaneceram aleatorizados dentro dos blocos (ver apêndice A).

Cada unidade experimental foi constituída por 12 linhas, com espaçamento de 0,50 m entre linhas. No entanto, foram analisadas apenas as 4 linhas centrais, com o intuito de diminuir o efeito de bordadura. O comprimento total de cada linha foi de 4,20 m, com população total estimada em 67.500 plantas ha⁻¹. Além do mais, foram desconsiderados 1,1 m de cada extremidade, para reduzir o efeito de deriva do tratamento adjacente. Dessa forma, cada parcela apresentava uma área útil de 4 m², totalizando-se uma média de 27 plantas por parcela (ver apêndice B).

Os tratamentos foram aplicados na parcela total, porém, as atividades de avaliação e colheita foram realizadas apenas nas plantas que se encontravam na área útil de cada unidade experimental.

3.4 IMPLANTAÇÃO E MANEJO EXPERIMENTAL

3.4.1 Semeadura e tratos culturais

A semeadura foi realizada no dia 1 de fevereiro de 2020, de forma mecanizada, com auxílio de uma semeadora adaptada para instalação de experimentos, marca Semeato. Utilizou-se a adubação de base de 300 kg ha⁻¹, do formulado 13-24-12, da YaraMila. A emergência das plântulas ocorreu 5 dias após a semeadura.

Neste estudo, dois híbridos de milho foram utilizados, sendo eles: P30F53VYHR, que apresenta maior tolerância a doença e P4285VYHR, com maior susceptibilidade a doença. A aplicação de nitrogênio foi realizada em uma única etapa, no estágio fenológico V₄ de desenvolvimento da cultura, com o fertilizante Yara Mila Café. A dosagem utilizada foi de 400 kg ha⁻¹, na formulação 19-04-19.

O controle de pragas foi realizado com o uso do inseticida Galil (Imidacloprid+Bifentrin) na dosagem de 400 mL ha⁻¹, no estágio fenológico V₁ da cultura. Foram utilizados os herbicidas atrazina na dosagem 2.250 g ha⁻¹ e tembotriona 100 g ha⁻¹, no momento em que a cultura se encontrava no estágio fenológico V₅. Ambas aplicações foram realizadas com auxílio de pulverizador tratorizado com barras de 18 m e volume de calda de 200 L ha⁻¹.

3.4.2 Aplicação dos produtos bactericidas

As aplicações dos produtos químicos foram realizadas nos dois híbridos de milho, nas dosagens recomendadas pelos fabricantes. Para isso, utilizou-se pulverizador costal pressurizado com CO₂, com barra de seis bicos, espaçamento de 50 cm entre eles, volume de calda de 250 L ha⁻¹, na pressão de 50 psi e bico tipo leque 110-0,2. Para esta atividade utilizaram-se os equipamentos de proteção individual de aplicação.

Após o surgimento dos sintomas foram realizadas três aplicações, sendo a primeira no dia 19 de março de 2020 no estágio fenológico V₁₃, das 8:30 às 11:30 horas, na temperatura média de 22 °C e velocidade do vento alternando entre 5,2 e 6,2 km h⁻¹. A segunda aplicação foi realizada no dia 01 de abril de 2020, estágio reprodutivo R₁, aos 13 dias após a primeira aplicação. Esta ocorreu no período das 7:30 e 10:30 horas, em temperatura média de 25 °C e velocidade do vento entre 4,2 e 4,8 km h⁻¹.

E, por sua vez, a última aplicação foi realizada no dia 12 de abril de 2020, no estágio R₂, após 12 dias da aplicação anterior. Ela foi desenvolvida das 8:00 às 11:00

horas da manhã, em uma temperatura média de 20 °C e com velocidade do vento entre 4,8 e 5,6 km h⁻¹. A cada troca de produto realizou-se a limpeza do equipamento de pulverização (reservatório/barras) com água limpa.

3.5 INOCULAÇÃO DE *Xvv* NAS PLANTAS DE MILHO E AVALIAÇÃO DE INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DA DOENÇA

3.5.1 Preparo do inóculo bacteriano e aplicação a campo

O preparo do inóculo foi realizado no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* de Marechal Cândido Rondon. Utilizou-se um isolado de *Xvv* já existente no laboratório, preservado em microtubos de 2,0 mL, contendo meio 523 líquido (sem ágar) e peptona glicerol, armazenado em freezer a -20 °C (GONÇALVES; ALFENAS; MAFIA, 2016).

Todas as placas de Petri utilizadas no experimento foram envoltas em jornais e autoclavadas na temperatura de 120 °C a 1 atm de pressão, durante 15 minutos. Para o preparo do meio de cultura, pesou-se em balança analítica 23 g de ágar-nutriente para cada 1.000 mL de água destilada. A mistura foi homogeneizada em Erlenmeyer e levada ao micro-ondas por aproximadamente 3 minutos, para fusão.

Deste meio de cultura preparado, foram vertidos cerca de 16 mL por placa, em condições assépticas. Para tanto, este procedimento foi realizado na câmara de fluxo laminar, abrindo-se a placa o mínimo possível e próximo à chama da lamparina de álcool, para se evitar contaminações. Após a solidificação do meio todas as placas foram vedadas com plástico filme de PVC, mantidas em bandejas de plástico e armazenadas em geladeira a 4°C.

A bactéria foi recuperada da cultura permanente a partir de uma reativação inicial, onde o patógeno foi plaqueado em meio ágar-nutriente, com o auxílio de alça de platina. Essa placa foi incubada a 25 °C e depois de 3 dias da reativação do isolado e visualização das colônias, com características da espécie de interesse, fez-se uma raspagem das bactérias crescidas, com alça de platina.

As células bacterianas obtidas dessa placa inicial foram transferidas para três novas placas de Petri com meio ágar-nutriente, fazendo-se estrias simples, as quais foram armazenadas nas mesmas condições citadas anteriormente. Cabe ressaltar que entre uma placa e outra, a alça de platina era flambada na lamparina de álcool.

A repicagem de *Xvv* ocorreu 3 dias após o preparo do meio de cultura, eliminando-se as placas contaminadas. Antes do início da atividade realizou-se a assepsia da câmara de fluxo, com álcool 70, mantendo a luz ultravioleta (UV) e ventilação ligadas durante 30 minutos.

Nesse sentido, também foi realizado a esterilização dos materiais utilizados nessa etapa, por meio de auto-clave, sendo eles: ponteira de micropipeta, alça de platina e solução salina em tubos de ensaio, os quais foram fechados com tampão de algodão e cobertos com papel alumínio. Com o auxílio da alça de platina foram coletadas células bacterianas das três placas repicadas inicialmente, as quais foram diluídas em tubos de ensaio contendo solução salina (0,85% de NaCl) esterilizada, mantidos sob agitação por cerca de 2 min, até se obter uma suspensão homogênea.

Com a solução bacteriana preparada, pipetou-se 100 microlitros desta para cada placa de Petri contendo ágar-nutriente. A suspensão foi distribuída uniformemente por toda a placa com uma alça de Drigalski e, por conseguinte, vedadas com plástico filme de PVC e incubadas em câmara BOD a 25 °C. Das 110 placas preparadas inicialmente apenas 100 delas foram aproveitadas para a repicagem. As placas de Petri repicadas foram mantidas durante 4 dias na câmara BOD, para multiplicação do inóculo.

Aos 4 dias após repicagem preparou-se a suspensão de células para aplicação a campo. Para isso, foi feita a lavagem das 100 placas de Petri com o auxílio da alça de Drigalski e uso de solução salina.

A calibração da concentração de inóculo foi realizada com auxílio de um espectrofotômetro UV-Vis (Global Trade Technology), em uma faixa de comprimento de onda de 580 nm. Para tanto, adicionou-se em uma cubeta de vidro a solução salina, utilizada no preparo do inóculo, para que o equipamento passasse a considerar este valor como zero.

Feito isso, adicionou-se no espectrofotômetro a cubeta contendo a suspensão bacteriana para leitura, ajustando a concentração do inóculo para absorvância de 0,300,

equivalente a $2,7 \times 10^9$ UFC mL⁻¹, conforme curva de concentração bacteriana descrita por Hendges et al. (2020), a partir da seguinte equação da reta $y = - 29,755 + 190,79x$ e coeficiente de determinação (R^2) 0,979. A produção total de inóculo para aplicação no campo foi de 11 litros.

Apesar de a semeadura ter sido realizada na área experimental onde a cultura antecessora apresentava sintomas de estria bacteriana, uma nova inoculação de *Xvv* foi realizada ao final do mesmo dia de preparo do inóculo. Esta inoculação ocorreu com o auxílio de borrifador manual, realizando-se a pulverização de aproximadamente 1 mL de suspensão do inóculo no cartucho de cada planta, no momento em que a cultura encontrava-se na fase vegetativa, no estágio de desenvolvimento V₆. Este procedimento foi realizado em todas as unidades experimentais.

3.5.2 Desenvolvimento de escala diagramática para avaliação da severidade de *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*.

O acompanhamento dos sintomas e níveis de severidade da doença foi realizado de acordo com uma escala diagramática previamente desenvolvida e validada pelos autores, pois durante o período de realização do experimento, não existia na literatura nenhuma escala diagramática definida para quantificação da estria bacteriana do milho.

Para elaboração da escala diagramática, foram coletadas a campo 60 folhas de milho, com diferentes níveis de severidade de estria bacteriana, no município de Toledo, Estado do Paraná. Cada folha de milho foi posicionada em um fundo branco e com o auxílio de uma câmera digital, situada a cerca de 50 cm de distância da folha, capturou-se imagem de cada folha sintomática. Posteriormente, com o auxílio do software QUANT v.1.0.2, realizou-se a leitura da quantidade de área foliar total e área foliar lesionada em cada imagem.

A escala final foi composta por 12 níveis de severidade, com a intenção de se obter uma maior precisão por parte do avaliador, sendo os valores distribuídos entre 1% até 22% de área foliar lesionada (ver apêndice C).

Para validar a escala diagramática proposta, selecionaram-se 10 imagens foliares com diferentes níveis de severidade, até o valor máximo de 22%. Essas foram avaliadas por 10 pessoas, sendo seis não especializadas na área e quatro

especializadas, dentre eles: acadêmicos de agronomia e engenheiros agrônomos. Inicialmente, sem o uso da escala, todos os avaliadores estimaram valores em porcentagem para cada uma das imagens. Por conseguinte, fazendo uso da escala, essas mesmas pessoas avaliaram os níveis de área lesionada de cada uma das imagens propostas (ver apêndice D).

A acurácia dos avaliadores foi determinada pelo coeficiente angular da equação linear (b) e pelo intercepto da regressão linear (a), sendo que, quanto mais próximo de um (1) for o coeficiente angular e mais próximo de zero (0) for o intercepto da regressão linear, maior será a acurácia. Conforme Bergamin Filho e Amorim (1996), valores próximos entre os estimados e os reais determinam a acurácia das avaliações.

A precisão da escala foi obtida através da análise de variância dos erros absolutos (ver apêndice E), ou seja, severidade estimada menos (-) a severidade real e, pelo coeficiente de determinação (R^2) da regressão linear. Quanto mais próximo de 1 for o valor de R^2 , maior será a precisão (MAZARO et al., 2006).

Utilizou-se o teste t para verificar se os coeficientes angulares da reta (b) e os interceptos da regressão linear (a), foram significativamente diferentes de um e zero, respectivamente (ver apêndice F). As análises de regressão linear e dos erros absolutos foram realizadas pelo Microsoft Excel 2016.

3.5.3 Avaliações de incidência e severidade da doença

As avaliações de incidência da doença foram realizadas na parcela útil de todos os tratamentos, contabilizando-se o número de plantas com sintomas visíveis nos seguintes estádios fenológicos da cultura: V_4 , V_6 , V_8 , V_{10} , V_{12} , V_T , R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , R_5 , R_6 . Foi realizado o acompanhamento da progressão da doença, avaliando-se a porcentagem de severidade da estria bacteriana ao longo do tempo, em cada um dos tratamentos.

Identificaram-se com etiquetas 10 plantas na parcela útil, marcando-se em cada uma dessas duas folhas, para acompanhamento e avaliações dos níveis de severidade da doença, totalizando, portanto, um número de 20 folhas avaliadas por unidade experimental. As avaliações foram realizadas a cada 7 dias, ao longo de 6 semanas, iniciando-se no estádio fenológico V_{12} , conforme se verifica na Tabela 5.

Tabela 5 - Datas e estádios fenológicos dos híbridos durante as avaliações de severidade da estria bacteriana do milho, no município de Toledo, Paraná.

Avaliação	Estádio Fenológico	Data de realização
1 ^a	V ₁₂	7 de março de 2020*
2 ^a	V ₁₅	24 de março de 2020
3 ^a	R ₁	31 de março de 2020
4 ^a	R ₁	07 de abril de 2020
5 ^a	R ₂	14 de abril de 2020
6 ^a	R ₃	21 de abril de 2020

* Avaliação de referência, realizada antes de qualquer aplicação controle.

A partir das notas obtidas nas avaliações de severidade, foi determinada a evolução da doença através do cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), seguindo a padronização de Shaner e Finney (1977):

$$AACPD = \sum_{i=1}^n [(y_i + y_{i+1})/2] \times (t_{i+1} - t_i)$$

y_i = severidade inicial da doença

y_{i+1} = severidade final da doença

$t_{i+1} - t_i$ – intervalo de tempo entre as leituras inicial e final

Os dados obtidos da AACPD foram submetidos ao teste F na análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

3.6 CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS AVALIADAS

Neste estudo, também avaliaram-se as características agronômicas da cultura, tais como: altura de plantas e espiga; número de fileiras de grãos por espiga; número de grãos por fileiras; massa de mil grãos e produtividade de grãos.

3.6.1 Altura de plantas e espigas

As avaliações de altura de planta e espiga foram realizadas com auxílio de uma régua graduada, durante o estágio reprodutivo R₄ da cultura. Para mensurar a altura de planta foi realizada a medição da base da planta até o ponteiro do pendão. Para altura de espiga a medição ocorreu da base até a inserção da primeira espiga. Foram coletadas informações de 10 plantas, que se encontravam na área útil de cada parcela do experimento, realizando-se, posteriormente uma média das mesmas.

3.6.2 Número de fileiras de grãos por espiga e número de grãos por fileira

Após a colheita, obteve-se o número de espigas por parcela. Dessas, foram coletadas de forma aleatória 10 espigas, para realizar a contagem do número de fileiras de grãos por espiga e o número de grãos por fileiras de cada parcela. Os resultados dessas variáveis são resultantes da média das 10 avaliações realizadas.

3.6.3 Massa de mil grãos

Com o auxílio de um contador eletrônico da marca Agriculex, devidamente calibrado, realizou-se a contagem de 3 amostras de mil grãos para cada parcela. As amostras foram pesadas em uma balança de precisão, da marca Urano (medição de grama em grama) e os valores utilizados para a obtenção da média geral.

3.6.4 Produtividade de grãos

A colheita do experimento foi realizada em 27 de junho de 2020, de forma manual. Foram coletadas todas as espigas da parcela útil de cada unidade experimental, as quais foram transferidas ao secador de grãos (modelo de caixas) para redução da umidade a 13%. Após a secagem, realizou-se separadamente a debulha das espigas de cada unidade experimental com auxílio de um debulhador elétrico, da marca Agriculex, obtendo-se, portanto a massa total de grãos por parcela. Por conseguinte, foi realizada a

pesagem dos grãos em uma balança com capacidade de 15 kg, da marca Toledo (medição de 5 em 5 gramas). Dessa forma, obteve-se a produtividade por unidade experimental, posteriormente transformada para quilogramas por hectare.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os efeitos, analisados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Tanto a análise de variância, quanto os testes de comparação de médias foram realizados através do programa estatístico Genes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições de temperatura foram adequadas para o desenvolvimento da cultura ao longo do ciclo. Houve déficit hídrico, especialmente nos meses de março e abril, no entanto, o sistema de irrigação complementou a baixa precipitação e forneceu as condições necessárias e adequadas de umidade para o desenvolvimento e crescimento da cultura do milho e também para a proliferação do patógeno. Esse fato pode estar associado a adaptação do patógeno a climas quentes, onde irrigações periódicas facilitam sua disseminação pela lavoura (BRODERS, 2017).

Os sintomas iniciais para o híbrido P4285VYHR surgiram aos 30 dias após a emergência da cultura durante o estágio vegetativo de V_8 . Contudo, a incidência da doença atingiu a totalidade de plantas na parcela, somente a partir do estágio fenológico V_T .

Já para o material P30F53VYHR, não foi observado nenhum sintoma característico de X_{vv} ao longo do seu ciclo, o que evidencia sua resistência genética ao patógeno em estudo. Neste contexto, pesquisas recentes apontam a resistência genética como uma estratégia eficiente no controle de doenças foliares em milho, pois além de não acentuar os gastos de produção, ainda oportuniza a atenuação do uso de defensivos agrícolas (SILVA et al., 2020).

Os tratamentos químicos utilizados não foram suficientemente efetivos em reduzir a incidência da doença no material P4285VYHR, pois os sintomas permaneceram em 100% das plantas, até a sua maturação fisiológica, de acordo com a Figura 2.

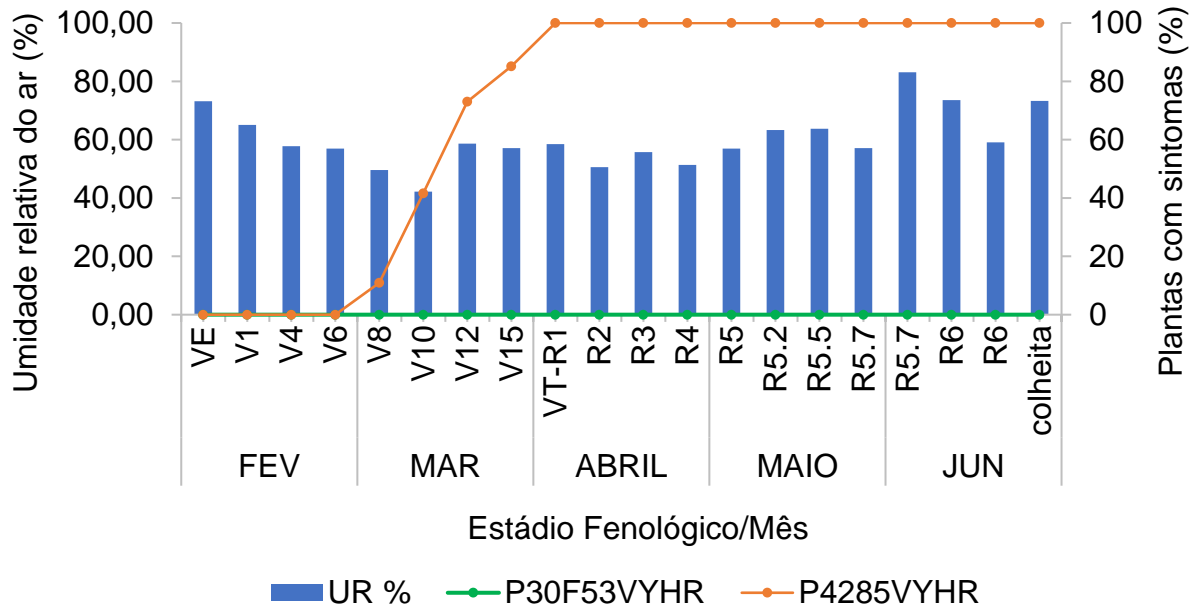


Figura 2 - Incidência da doença causada por *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* ao longo do tempo em dois híbridos de milho, no município de Toledo, Paraná.

De acordo com Hartman et al. (2020) a alta umidade é um dos fatores que também influencia a abertura dos estômatos das plantas de milho, facilitando, portanto, a penetração dos patógenos e, conseqüentemente a infecção das plantas por *Xv*. Ainda segundo os autores, a rotação de cultura, estágio de crescimento e a data de semeadura, são fatores decisivos para o estabelecimento da infecção por *Xv*.

De forma geral, a infecção das partes botânicas do milho por bactérias é diferente de infecções fúngicas. Fitobactérias são incapazes de penetrar diretamente em células epidérmicas íntegras, pois não apresentam estruturas específicas para este fim e, também, não têm capacidade de romper barreiras como a parede celular (GOODMAN, 1982). Por este motivo, a maioria das bactérias utiliza aberturas naturais ou lesões, para penetrar na planta hospedeira (REIS; OLIVARES, 2006).

Após a infecção pela bactéria, a disseminação do patógeno pode ocorrer rapidamente e atingir grande parte da área foliar sadia, interferindo sobre a capacidade

fotossintética das plantas de milho (QIU et al., 2020). Contudo, de acordo com os resultados obtidos neste estudo, nota-se que essa interferência resultou em diferenças significativas nos híbridos analisados.

As curvas de progresso da doença para o híbrido P4285VYHR, quantificada em pontos de AACPD, evidenciaram um menor progresso para os ingredientes ativos (i.a.) amônia quaternária (5) e óxido cuproso (3), posteriormente o oxiclreto de cobre (4) e a casugamicina (1), onde se observou que as curvas de progresso da severidade foram similares entre eles. Verificou-se ainda, que a maior AACPD foi encontrada na testemunha, cujo valor foi de 32,37. Para os i.a. enxofre (2) e fosfito de potássio (6), foi possível constatar um progresso da doença próximo à ilustrada pela testemunha, ou seja, os produtos mostraram-se menos eficientes no controle da doença, conforme a Figura 3.

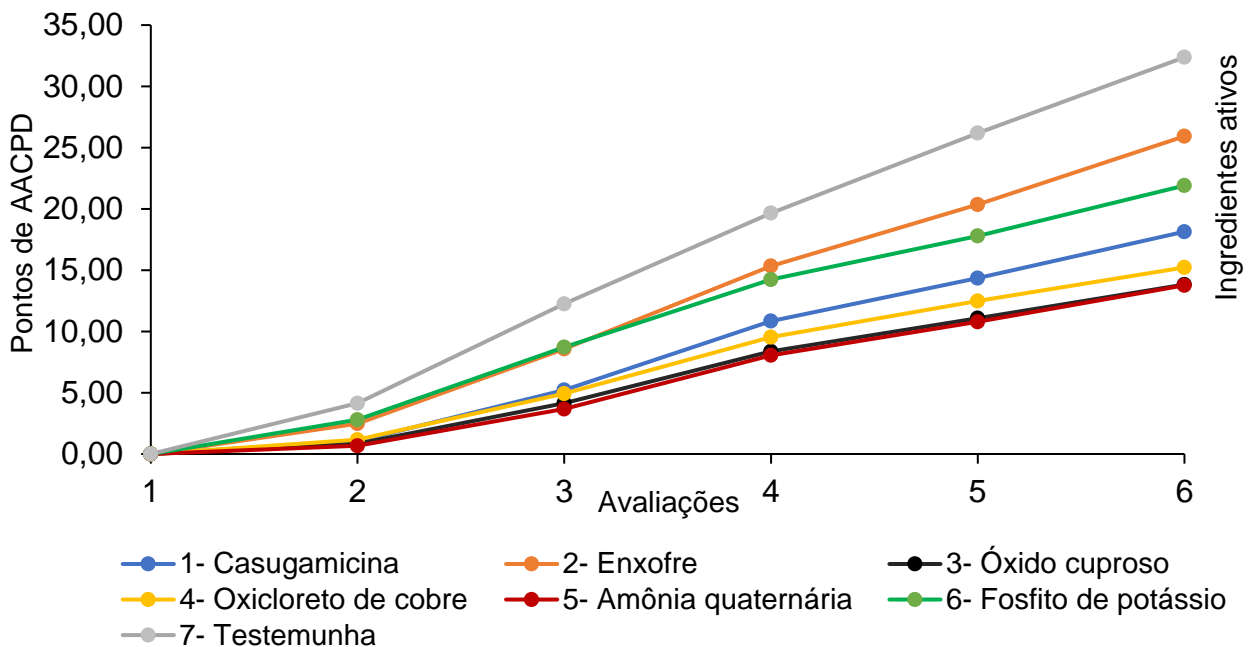


Figura 3 - Curvas de progresso da *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* no híbrido de milho P4285VYHR, expresso em pontos de progresso da doença em função do tempo.

Pode-se observar que mesmo sob as condições favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, de umidade e temperatura, os tratamentos com amônia quaternária, cúpricos e casugamicina proporcionaram a supressão da doença em relação a testemunha, onde observa-se um menor progresso de *Xvv* nestes tratamentos.

De modo contrário, Junqueira et al. (2011) trabalhando com *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*, constataram que pulverizações quinzenais de fosfito de potássio foram eficientes no controle da bacteriose e contribuíram ainda para o incremento da produtividade.

Nuñez et al. (2018) estudando a podridão negra das crucíferas, constataram que produtos à base de enxofre não possuem efeito bactericida contra *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* e, que, além disso, suas propriedades químicas intensificam a severidade da doença em plantas de couve. No entanto, cabe ressaltar que Leite Júnior et al. (2018a) já haviam relatado que comumente, como em outras doenças, produtos fungicidas não apresentam ação de controle sobre bacterioses de plantas.

Ao estudar o controle químico sobre a severidade de *Pantoea ananatis* em milho, Burtet (2018) sob condições de laboratório constatou baixa sensibilidade da bactéria ao casugamicina. Além disso, este mesmo produto apresentou, a campo, menor controle da doença e produtividade inferior, se comparado aos demais tratamentos experimentados.

Garcia et al. (2019) ao avaliarem os efeitos do casugamicina sobre o crescimento e infecção endógena por *Leifsonia xyli* subsp. *xyli*, constataram uma redução na carga bacteriana, sugerindo, portanto, uma alternativa eficiente de controle da bactéria.

Patil et al. (2017), quando testaram produtos químicos para o manejo de *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* na cultura do arroz, observaram uma redução da intensidade da doença de 59,78% quando utilizaram o antibiótico estreptociclina combinado à oxiclreto de cobre, enquanto que o tratamento realizado com casugamicina apresentou um controle de 44,62%.

Os resultados médios de AACPD, obtidos das avaliações durante o estágio vegetativo de V₁₂ até estágio reprodutivo de R₃, para a estria bacteriana do milho, em cada um dos tratamentos químicos e para a testemunha, indicam que os princípios ativos que demonstram maior eficiência de controle da doença no material suscetível são produtos à base de amônia quaternária, cúpricos e casugamicina, respectivamente, com uma AACPD na média de 55% menor que a testemunha, conforme a Tabela 6.

Tabela 6 - Área abaixo da curva de progresso da doença de bacteriose e a eficácia de controle em milho em função dos híbridos P30F53VYHR e P4285VYHR e o uso de bactericidas mais a testemunha (H₂O), no município de Toledo – PR

Princípio ativo	P30F53VYHR	Efic.*	P4285VYHR	Efic.*
1- Casugamicina	0 ns A	0	49,61 ab B	47,56
2- Enxofre	0 A	0	72,68 cd B	23,17
3- Óxido cuproso	0 A	0	38,26 a B	59,56
4- Oxiclureto de cobre	0 A	0	43,34 a B	54,19
5- Amônia quaternária	0 A	0	36,95 a B	60,94
6- Fosfito de potássio	0 A	0	65,45 bc B	30,81
7- Testemunha	0 A	0	94,60 d B	0
Média	0		57,27	
CV (%)	0		19,55	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ns: não significativo. Dados originais da AACPD. Para efeito de análise os dados de pontos de AACPD foram transformados em $\sqrt{x+5}$. *Efic: Significa a eficiência de controle da doença em relação a testemunha, dados em porcentagem.

Nesse contexto, o produtor deve selecionar híbridos com maior tolerância a doenças foliares e desenvolver práticas culturais concatenadas a aplicação de fungicidas (COSTA et al., 2012). Com base nisso, o produtor também deve considerar outras práticas agronômicas que colaboram com o controle da estria bacteriana.

O nível de severidade máxima de *Xvv* obtido na última avaliação de campo, durante o estágio reprodutivo (R₃) da cultura, demonstrou níveis de severidade relativamente baixos. A maior média observada foi na testemunha, com níveis de 7,48% de severidade, como pode ser observado na Tabela 7.

Tabela 7 - Severidade máxima de estria bacteriana em função dos híbridos P30F53VYHR e P4285VYHR e a aplicação foliar de bactericidas mais a testemunha (H₂O), no município de Toledo - PR

Princípio Ativo	Severidade (%)	
	P30F53VYHR	P4285VYHR
1- Casugamicina	0 ns A	6,03 bcd B
2- Enxofre	0 A	7,04 cd B
3- Óxido cuproso	0 A	4,81 ab B
4- Oxicloreto de cobre	0 A	5,21 abc B
5- Amônia quaternária	0 A	4,25 a B
6- Fosfito de Potássio	0 A	6,69 cd B
7- Testemunha	0 A	7,48 d B
Média Geral	0	5,93
CV (%)	0	16,53

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Dados originais. Para efeito de análise os dados de severidade foram transformados em $\sqrt{x+5}$.

Os produtos a base de óxido cuproso, oxicloreto de cobre e amônia quaternária diferiram estatisticamente ($P \leq 0,05$) dos demais. Esses tratamentos promoveram uma redução de aproximadamente 37% em média, na taxa de severidade da doença, no material P4285VYHR em relação a testemunha.

Costa et al. (2017), ao avaliarem o efeito de produtos químicos e extratos vegetais sobre a severidade da mancha bacteriana do maracujazeiro, comprovaram que os tratamentos com oxicloreto de cobre limitam o número de unidades formadoras de colônias de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* e, que, em condições de estufa esse ingrediente ativo também foi capaz de reduzir a severidade da doença.

Comportamento semelhante ao presente trabalho foi obtido por Strayer-Scherer et al. (2018), que ao desenvolverem pesquisas sobre cúpricos e sua ação contra *Xanthomonas perforans*, principal bacteriose do tomate, indicam que os compostos de cobre reduziram significativamente a severidade da doença, quando comparado com o composto controle.

Pesquisas recentes sobre mancha bacteriana, desenvolvidas por Fan et al. (2021) confirmam a ação bactericida de produtos à base de cobre, contra *Xanthomonas*

euvesicatoria e sua influência na diminuição da severidade da doença em pimentas em casa de vegetação.

Outro dado importante, com relação às amônias quaternárias, é o enunciado por Pontes et al. (2012), que identificaram o cloreto de benzalcônio e o cloreto de dodecil dimetil amônio, com alta e baixa eficiência no controle da severidade causada por *Xanthomonas perforans* em plantas de tomate, respectivamente. No entanto, Rodrigues et al. (2012) e Naue et al. (2014) constataram que o cloreto de dodecil dimetil amônio e o hipoclorito de sódio promoveram os maiores índices de inibição de colônias de *Xanthomonas campestris* pv. *viticola*.

As características agronômicas avaliadas em dois híbridos de milho submetidos aos diferentes tratamentos químicos, para o controle de *Xv*, evidenciaram variação significativa de 1% entre os híbridos. Por outro lado, considerando os produtos utilizados, apenas a massa de mil grãos apresentou diferença significativa ao nível de 5%, conforme a análise de variância. Analisando a interação entre híbridos x produtos, não se identificou diferença significativa em nenhuma das variáveis, conforme a Tabela 8.

Tabela 8 - Resumo da análise de variância com os quadrados médios das variáveis analisadas: altura de plantas (AP), altura de espiga (AE), fileiras de grãos (FG), grãos por fileiras (GF), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (P), em função de dois híbridos de milho e a aplicação foliar de bactericidas mais a testemunha (H₂O), no município de Toledo - PR

FV	GL	AP	AE	FG	GF	MMG	P
Blocos	2	0,9152 ^{ns}	2,4216 ^{**}	0,080 ^{ns}	5,660 ^{**}	8,023 ^{ns}	332637,64 ^{**}
Bactericidas	6	0,2493 ^{ns}	0,1093 ^{ns}	0,2415 ^{ns}	1,691 ^{ns}	9,706 [*]	41318,2 ^{ns}
Híbridos	1	1634,3 ^{**}	160,48 ^{**}	36,21 ^{**}	249,17 ^{**}	1090,38 ^{**}	64970390,6 ^{**}
Híbridos versus bactericidas	6	0,1204 ^{ns}	0,1542 ^{ns}	0,0498 ^{ns}	0,5691 ^{ns}	5,325 ^{ns}	67109,37 ^{ns}
Resíduos	26	0,2988	0,1150	0,1507	0,8166	2,972	31191,33
Total	41						
CV (%)		0,179	0,240	2,561	2,403	0,507	1,472
MÉDIA		305,09	149,05	15,15	37,6	339,95	11996,7

FV – Fontes de variação; GL - Graus de liberdade; CV - Coeficiente de variação. ns - não significativo; *significativo ($p < 0,05$); ** significativo ($p < 0,01$).

Considerando as características genéticas de cada híbrido de milho utilizado, as condições ambientais, densidade de plantas e aspectos nutricionais adequados ao seu desenvolvimento, constatou-se que o híbrido P30F53VYHR apresentou uma altura média de planta de 298,85 cm e espiga de 147,10 cm. Com relação a essas características avaliadas, ele apresentou valores menores, quando comparado ao P4285VYHR, com 311,33 cm e 151,01 cm, respectivamente. Contudo, para a variável altura de planta, não observou-se diferença nos tratamentos quanto aos produtos químicos utilizados, conforme se observa na Tabela 9.

Tabela 9 - Altura de plantas (cm) e altura de espigas (cm) de milho submetidos a diferentes tratamentos com bactericidas, aplicados na parte aérea das plantas para o controle da estria bacteriana em dois híbridos de milho. Toledo, Paraná, 2020.

Produtos químicos	Altura de planta		Altura de espiga	
	P30F53VYHR	P4285VYHR	P30F53VYHR	P4285VYHR
1- Casugamicina	298,96 a B	311,63 a A	147,50 a B	151,03 a A
2- Enxofre	298,56 a B	311,36 a A	146,73 a B	150,90 a A
3- Óxido cuproso	299,00 a B	311,50 a A	146,96 a B	151,10 a A
4- Oxidocloreto de cobre	298,76 a B	311,23 a A	147,06 a B	151,10 a A
5- Amônia quaternária	299,03 a B	311,70 a A	147,03 a B	151,23 a A
6- Fosfito de potássio	298,73 a B	311,00 a A	147,10 a B	151,00 a A
7- Testemunha	298,93 a B	310,90 a A	147,33 a B	150,73 a A
Média Geral	298,85	311,33	147,10	151,01
CV (%)	0,18	0,13	0,27	0,14

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna (produtos) e maiúscula na linha (híbridos), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Uma das características agrônômicas que está diretamente relacionada com a produtividade de grãos, é o número de grãos por espigas. Dados da Tabela 10, demonstram diferença significativa entre os híbridos de milho para fileira de grãos e de grãos por fileira.

O híbrido P30F53VYHR apresentou maior número de grãos por espiga. Resultado este, que juntamente a massa de grãos, proporcionaram maior produtividade

de grãos para os tratamentos do respectivo híbrido. No entanto, ao avaliar individualmente cada material em contraposição a cada produto utilizado, observou-se que não houve diferença estatística significativa entre eles.

Tabela 10 - Fileiras de grãos (n°) e grãos por fileira (n°) de milho submetidos a diferentes tratamentos com bactericidas, aplicados na parte aérea das plantas para o controle da estria bacteriana em dois híbridos de milho. Toledo, Paraná, 2020.

Produtos químicos	Fileiras de grãos		Grãos por fileira	
	P30F53VYHR	P4285VYHR	P30F53VYHR	P4285VYHR
1- Casugamicina	16,33 a A	14,53 a B	39,90 a A	35,60 a B
2- Enxofre	15,86 a A	14,33 a B	40,83 a A	35,26 a B
3- Óxido cuproso	16,33 a A	14,40 a B	40,36 a A	35,43 a B
4- Oxidocloreto de cobre	16,13 a A	14,20 a B	39,20 a A	35,03 a B
5- Amônia quaternária	16,20 a A	14,20 a B	39,83 a A	35,36 a B
6- Fosfito de potássio	15,80 a A	14,06 a B	41,03 a A	35,26 a B
7- Testemunha	15,93 a A	13,86 a B	39,13 a A	34,23 a B
Média Geral	16,08	14,22	40,04	35,17
CV (%)	3,22	1,67	3,10	1,03

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna (produtos) e maiúscula na linha (híbridos), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Com base nas condições empregadas por Vilela et al. (2012) e Souza et al. (2015) o uso de fungicidas constitui-se um método eficiente no controle de doenças foliares na cultura do milho. Além disso, os autores são coerentes ao afirmar que as aplicações não aumentaram a produtividade de grãos.

Em pesquisa com fungicidas, realizada na região Oeste do Paraná, em solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico, ainda que diferentes dos bactericidas, foi possível constatar que a aplicação de fungicida no pré-plantio do milho de segunda safra não interferiu em nenhuma das características agrônomicas (ECCO et al., 2014).

No presente estudo, a produtividade e massa de mil grãos, obtidas dos dois híbridos de milho, submetidos a diferentes tratamentos com bactericidas e aplicados na

parte aérea, para o controle de *Xvv* evidenciaram variação significativa entre os híbridos ($p \leq 0,01$).

Por outro lado, entre os produtos químicos utilizados não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) em nenhum dos híbridos de milho para a variável produtividade de grãos. Apenas o tratamento com casugamicina proporcionou, de alguma maneira e, talvez, no controle de algum patógeno indiretamente, ou não, um aumento de aproximadamente 2% na massa de mil grãos, quando comparado a testemunha, conforme a Tabela 11.

Tabela 11 – Massa de mil grãos (g) e a produtividade de grãos (kg ha^{-1}) de milho em função dos híbridos P30F53VYHR e P4285VYHR e a aplicação de bactericidas mais a testemunha (H_2O) por via foliar no controle da estria bacteriana no milho, na Safra 2020, no município de Toledo – PR

Produtos químicos	Massa de mil grãos		Produtividade de grãos	
	P30F53VYHR	P4285VYHR	P30F53VYHR	P4285VYHR
1- Casugamicina	346,3 a A	337,6 a B	13279,0 a A	10983,0 a B
2- Enxofre	345,3 a A	335,3 ab B	13175,0 a A	10679,0 a B
3- Óxido cuproso	346,3 a A	334,3 ab B	13295,0 a A	10816,0 a B
4- Oxicleto de cobre	347,0 a A	334,0 ab B	13337,0 a A	10650,0 a B
5- Amônia quaternária	344,0 a A	335,3 ab B	13162,0 a A	10729,0 a B
6- Fosfito de potássio	342,6 a A	334,6 ab B	13133,0 a A	10929,0 a B
7- Testemunha	343,6 a A	332,6 b B	13300,0 a A	10483,0 a B
Média Geral	345,0	334,8	13240,0	10752,0
CV (%)	0,57	0,40	0,91	1,99

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna (produtos) e maiúscula na linha (híbridos), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O híbrido P30F53VYHR apresentou produtividade de grãos superior ao P4285VYHR em todos os tratamentos, com média de $13.240 \text{ kg ha}^{-1}$ diante dos 10752 kg ha^{-1} , respectivamente. Houve diferença significativa de 2.488 kg ha^{-1} entre as médias dos tratamentos, que representa um incremento na produtividade de 19%.

De acordo com a Seab (2018) no Oeste do Paraná, a produtividade média para a cultura do milho de segunda safra foi de 5.300 Kg ha^{-1} , demonstrando, portanto, que os

valores médios de produtividade obtidos no presente estudo foram superiores à média regional.

Nesse contexto, Batista et al. (2018) ao avaliarem as características morfológicas e componentes de rendimento de diferentes híbridos de milho, cultivados em safrinha, sob LATOSSOLO VERMELHO distrófico, puderam constatar que nas condições de realização do estudo, o híbrido P30F53VYHR se destacou junto a outros, com maior produtividade de grãos. Isso, indica características do melhoramento genético dos híbridos, alinhadas ao emprego de melhores técnicas de cultivo para sua melhor expressão.

Dessa forma, o híbrido resistente utilizado na presente pesquisa, mostrou-se superior à característica avaliada. O híbrido suscetível também não apresentou diferença significativa entre os produtos utilizados. Os diferentes níveis de severidades encontrados neste material não interferiram significativamente ($p \leq 0,05$) sobre a produtividade de grãos.

Manfroi et al. (2016) estudando diferentes épocas de aplicação com fungicidas para doenças foliares do milho, verificaram que independentemente da época de aplicação (V_8 , V_T , V_8+V_T) não houve diferenças sobre o rendimento de grãos. De modo contrário, Rosa et al. (2017) constataram que a aplicação de fungicidas independentemente do estágio fenológico, resultou no melhor desempenho das variáveis agrônômicas estudadas e que o pendoamento é a melhor época de aplicação.

Pesquisas realizadas por Moterle e Santos (2019) no município de Astorga, com milho de segunda safra comprovaram que aplicações em V_8 +pré-florescimento, favoreceram os melhores resultados de produtividade. Assim como, Silva et al. (2020), encontraram diferenças significativas na massa de grãos e produtividade, quando utilizaram fungicidas.

Outros autores, como Santos et al. (2013), avaliando a ocorrência e severidade de helmintosporiose, antracnose e ferrugem, bem como a produtividade de genótipos de milho, em resposta a doses crescentes de nitrogênio, concluíram que apesar dos diferentes níveis de severidade das doenças foliares, elas não influenciaram significativamente a produtividade dos genótipos utilizados.

Para a variável massa de mil grãos, o híbrido de milho resistente ao patógeno em estudo mostrou-se superior ao material susceptível, com valores de 345,0 g, quando comparado aos 334,8 g respectivamente. Houve diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade no material P4285VYHR, onde, o tratamento com a casugamicina, mostrou-se superior em relação à testemunha, com valores de 337,6 g, em contraposição aos 332,6 g respectivamente.

Dentro dessa perspectiva, ao avaliar as características agronômicas de diferentes híbridos de milho em Patos de Minas, Estado de Minas Gerais, Coelho et al. (2019) obtiveram resultados diferentes dos encontrados no presente estudo. Os autores constaram que o híbrido P4285VYHR apresentou maior peso de grãos em relação ao outro híbrido utilizado, porém não foram observadas diferenças na produtividade dos híbridos.

Isso comprova que fatores como tipo de solo, condições climáticas e técnicas de semeadura influenciam diretamente o desenvolvimento do híbrido e, conseqüentemente, suas características agronômicas.

A partir do estudo desenvolvido a campo por Silva et al. (2014), no município de Montividiu, Estado de Goiás, também foi possível comprovar uma convergência benéfica entre massa de mil grãos, população e altura de plantas com o rendimento de grãos, sendo o contrário verificado quando há severidade de doenças foliares.

Por outro lado, a influência positiva da utilização de produtos químicos no acréscimo na produtividade de grãos na cultura do milho foi apresentada por outros estudos (GONÇALVES et al., 2012; SILVA et al., 2016; MENDES et al., 2018) fato este que não ocorreu no presente experimento.

5. CONCLUSÕES

1. Os produtos à base de amônia quaternária, óxido cuproso, oxiclreto de cobre proporcionaram, os menores níveis e severidade de *Xvv* no híbrido P4285VYHR, com redução média de aproximadamente 37% em relação a testemunha sem a aplicação destes bactericidas. Contudo, não proporcionaram ganhos e aumentos significativos nos caracteres agronômicos da cultura.

2. A casugamicina devido ao controle da estria bacteriana ou a outro fator desconhecido conseqüentemente aumentou em aproximadamente 2% a massa de mil grãos do milho P4285VYHR comparado a testemunha, porém também não aumentou a produtividade de grãos deste material de milho.

3. Os ingredientes ativos a base de enxofre e fosfito de potássio não apresentaram efeito bactericida no controle da estria bacteriana do milho.

4. O híbrido de milho P30F53VYHR apresentou e evidenciou a resistência genética a doença da estria bacteriana pois não houve a infecção pela *Xvv* e sintomas nas plantas avaliadas, nestas condições ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**. 2021. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 24 Abr. 2021.

ARIAS, S. L.; BLOCK, C. C.; MAYFIELD, D. A.; SANTILLANA, G.; STULBERG, M. J.; 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.

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A cultura do milho**. Portugal: Universidade de Évora, 2014. 52p.

BATISTA, V. V.; LINK, L.; GIARETTA, R.; SILVA, J. S.; ADAMI, P. F. Componentes de rendimento e produtividade de híbridos de milho cultivados em safrinha. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 11, n. 2, p. 67-75, 2018.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996. 299p.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Princípios gerais de controle. In: AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; REZENDE, J. A. M. (Orgs.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. Ouro Fino: Agronômica ceres, 2018. cap. 14, p. 215-228.

BRITO, A. H.; PEREIRA, J. L. A. R.; PINHO, R. G. V.; BALESTRE, M. Controle químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 1, p. 49-59, 2012.

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

BURTET, G. W. **Silício e *Azospirillum brasilense* associado ao controle químico sobre a severidade de *Pantoea ananatis* em milho**. 2018. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

CARVALHO, R. V.; PEREIRA, O. A. P.; CAMARGO, L. E. A. Doenças do Milho. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Orgs.). **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. Ouro Fino: Agronômica ceres, 2016. cap. 57, p. 549-560.

CHAGAS, J. F. R.; SANTOS, G. R.; COSTA, R. V.; COSTA, L. V.; SILVA, D. D.; SIMON, J.; MOURÃO, D. S. C. **Principais doenças foliares da cultura do milho no Estado do Tocantins**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2015.

COELHO, P. H. F.; SILVA, M. T. B.; CARNEIRO, G. D. O. P. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes densidades populacionais. In: XII CONGRESSO MINEIRO DE INOVAÇÕES AGROPECUÁRIAS. 12., 2019. Patos de Minas. **Anais...** Patos de Minas: UNIPAM, 2019. p. 72-72.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – 2019/2020**. Brasília: CONAB, 2020. 66p.

COSTA, D. F.; VIEIRA, B. S.; LOPES, E. A.; MOREIRA, L. C. B. Aplicação de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 1, p. 98-105, 2012.

COSTA, R. C.; ISHIDA, A. K. N.; MIRANDA, V. S.; DAMASCENO FILHO, A. S.; SILVA, C. T. B.; RESENDE, M. L. V.; OLIVEIRA, L. C. Extratos vegetais, formulações a base de extrato vegetal e produtos químicos no controle da mancha bacteriana do maracujazeiro. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 7, n. 1, p. 26-33, 2017.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; NETO, M. M. G.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F.; MATRANGOLO, W. J. R.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. Cultivo do milho. **Embrapa milho e sorgo**, v. 2, n. 6, p. 1-10, 2010.

CUNHA, B. A.; NEGREIROS, M. M.; ALVES, K. A.; TORRES, J. P. Influência da época de semeadura na severidade de doenças foliares e na produtividade do milho safrinha. **Summa Phytopathologica**, v. 45, n. 4, p. 424-427, 2019.

DERAL. Departamento de Economia Rural. **Sistema de Acompanhamento de Safra 2019/2020**. Curitiba: Secretaria de estado da agricultura e do abastecimento, 2020. 25p.

ECCO, M.; ROSSET, J. S.; RAMPIM, L.; COSTA, A. C. T.; LANA, M. C.; STANGARLIN, J. R.; SARTO, M. V. M. Características agrônômicas de híbridos de milho segunda safra submetidos à aplicação de fungicida. **Revista Agrarian**, v. 7, n. 26, p. 504-510, 2014.

FAN, Q.; LIAO, Y.; KUNWAR, S.; SILVA, S.; YOUNG, M.; SANTRA, S.; MINSAVAGE, G. V.; FREEMAN, J. H.; JONES, J. B.; PARET, M. L. Antibacterial effect of copper composites against *Xanthomonas euvesicatoria*. **Crop Protection**, v. 139, n. 1, p. 1-5, 2021.

FANCELLI, A. L. Manejo baseado na fenologia aumenta eficiência de insumos e produtividade. **Visão agrícola**, v. 13, n. 1, p. 24-29, 2015.

FONSECA, E. M. S.; ARAUJO, R. C. **Fitossanidade**: princípios básicos e métodos de controle de doenças e pragas. São Paulo: Érica, 2015.

FRANCO, A. A. N.; MARQUES, O. J.; VIDIGAL FILHO, P. S. Sistema de produção do milho safrinha no Paraná. In: XII SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 12., 2013, Dourados. **Anais...** Dourados: EMBRAPA, 2013. p. 1-33.

GARCIA, F. R.; CAVALCANTE, F. L. S.; SOUZA, R. A.; HOULLOU, L. M. Kasugamycin on *Leifsonia xyli* subsp. *xyli* in the *in vitro* culture of sugarcane. **Ciência Rural**, v. 49, n. 8, p. 1-5, 2019.

GONÇALVES, M. E. M. P.; GONÇALVES JÚNIOR, D.; SILVA, A. G.; CAMPOS, H. D.; SIMON, G. A.; SANTOS, C. J. L.; SOUSA, M. A. Viabilidade do controle químico de doenças foliares em híbridos de milho no plantio de safrinha. **Nucleus**, v. 9, n. 1, p. 49-62, 2012.

GONÇALVES, R. C.; ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. Armazenamento de microrganismos em cultura com ênfase em fungos fitopatogênicos. In: ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. **Métodos em fitopatologia**. Viçosa: Editora UFV, 2016. p. 93-105.

GOODMAN, R. N. The infection process. In: MOUNT, M. S.; LACY, G. H. (Orgs.). **Phytopathogenic prokaryotes**. New York: Academic, 1982. p. 31-62.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. Cultivo do milho: ecofisiologia. **Embrapa milho e sorgo**, v. 1, n. 9, p. 18-41, 2015.

HARTMAN, T.; HARBOUR, J.; THARNISH, B.; VAN METER, J.; JACKSON-ZIEMS, T. A. Agronomic factors associated with bacterial leaf streak development caused by *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* in corn. **Phytopathology**, v. 110, n. 6, p. 1132-1138, 2020.

HENDGES, C.; STANGARLIN, J. R.; KUHN, O. J. Determinação da curva de crescimento de *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*. In: VIII SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS. 8., 2020, Monte Carmelo. **Anais...** Monte Carmelo: UFU, 2020. p. 1-1.

JUNQUEIRA, K. P.; FALEIRO, F. G.; UESUGI, C. H.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BELLON, G.; SANTOS, E. C. dos; RAMOS, L. N. Desempenho agrônômico de maracujazeiros tratados com produtos alternativos e fertilizantes foliares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 40-47, 2011.

KARAMURA, G.; SMITH, J.; STUDHOLME, D.; KUBIRIBA, J.; KARAMURA, E. Comparative pathogenicity studies of the *Xanthomonas vasicola* species on maize, sugarcane and banana. **African Journal of Plant Science**, v. 9, n. 9, p. 385-400, 2015.

KORUS, K.; LANG, J. M.; ADESEMOYE, A. O.; BLOCK, C. C.; PAL, N.; LEACH, J. E.; JACKSON-ZIEMS, T. A. First report of *Xanthomonas vasicola* causing bacterial leaf streak on corn in the United States. **Plant Disease**, v. 101, n. 6, p. 1030-1030, 2017.

LANG, J. M.; DUCHARME, E.; CABALLERO, J. I.; LUNA, E.; HARTMAN, T.; ORTIZ-CASTRO, M.; KORUS, K.; RASCOE, J.; JACKSON-ZIEMS, T. A.; BROEDERS, K.; LEACH, J. E. 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 JÚNIOR, R. P.; CUSTÓDIO, A. A. P.; MADALOSSO, T.; ROBAINA, R. R.; DUIN, I. M.; SUGAHARA, V. H. **Estria bacteriana do milho no Paraná**. Londrina: IAPAR, 2018a.

LEITE JÚNIOR, R. P.; CUSTÓDIO, A. A. P.; MADALOSSO, T.; ROBAINA, R. R.; DUIN, I. M.; SUGAHARA, V. H. First report of the occurrence of bacterial leaf streak of corn caused by *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* in Brazil. **Plant disease**, v. 103, n. 1, p.145-146, 2018b.

LEMISKA, A.; SORANSO, M.; CARVALI, N. C.; ARAÚJO, M. M.; BRANDÃO, P. R. P.; CUSTÓDIO, A. A. P. Disseminação da estria bacteriana do milho (*Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*) no Paraná. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOSSANIDADE. 5., 2019. Curitiba. **Anais...** Curitiba: UNESP, 2019. p. 1-1.

LIMA, M. W. P.; LAPERA, C. A. I.; VILARINHO, M. S. Ecofisiologia do milho. In: DIAS, J. P. T. **Ecofisiologia de culturas agrícolas**. Belo Horizonte: EdUEMG, 2018. cap.10, p.150-164.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde Debate**, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018.

MANFROI, E.; LANGHINOTTI, C.; DANELLI, A.; PARIZE, G. Controle químico de doenças foliares e rendimento de grãos na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 2, p. 357-365, 2016.

MAZARO, S. M.; GOUVEA, A.; MIO, L. L. M.; DESCHAMPS, C.; BIASI, L. A.; CITADIN, I. Escala diagramática para avaliação de severidade da mancha-de-dendrophoma em morangueiro. **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1630-1633, 2006.

MEDEIROS, F. H. V.; SILVA, J. C. P.; GUIMARÃES, R. A.; PORTO, V. B.; MEDEIROS, F. C. L. Manejo de doenças de milho no sistema de produção de grãos. In: PAES, M. C. D.; PINHO, R. G. V.; MOREIRA, S. G. **Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de milho e sorgo, 2018. cap. 29, p. 866-899.

MENDES, M. C.; STADLER, A. J.; FARIA, M. V.; SZEUCZUK, K.; ROSSI, E. S.; DEL CONTE, M. V.; ANTONIAZZI, A. P.; FONOKETI, J. V. Qualidade dos grãos e controle de mancha foliar de diplodia em híbridos comerciais de milho. **Scientia Agraria**, v. 19, n. 2, p. 224-231, 2018.

MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F. Época de aplicação de fungicida na cultura do milho segunda safra. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 2, p. 61-71, 2019.

NAUE, C. R.; BARBOSA, M. A. G.; BATISTA, D. C.; SOUZA, E. B. MARIANO, R. L. R. Efeito do tratamento de bachelos de videira 'Red Globe' no controle do cancro bacteriano causado por *Xanthomonas campestris* pv. *viticola*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 853-861, 2014.

NUÑEZ, A. M. P.; RODRÍGUEZ, G. A. A.; MONTEIRO, F. P.; FARIA, A. F.; SILVA, J. C. P.; MONTEIRO, A. C. A.; CARVALHO, C. V.; GOMES, L. A. A.; SOUZA, R. M.; SOUZA, J. T.; MEDEIROS, F. H. V. Bio-based products control black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) and increase the nutraceutical and antioxidant components in kale. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 1-11, 2018.

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

ORTIZ-CASTRO, M. O.; HARTMAN, T.; COUTINHO, T.; LANG, J. M.; KORUS, K.; LEACH, J. E.; JACKSON-ZIEMS, T.; BRODERS, K. Current understanding of the history, global spread, ecology, evolution, and management of the corn bacterial leaf streak pathogen, *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*. **Phytopathology**, v. 110, n. 6, p. 1124-1131, 2020.

PATIL, B.; JAGADEESH, G. B.; KAREGOWDA, C.; NAIK, S.; REVATHI, R. M. Management of bacterial leaf blight of rice caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* under field condition. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 6, n. 6, p. 244-246, 2017.

PEREZ-QUINTERO, A. L.; ORTIZ-CASTRO, M.; WU, G.; LANG, J. M.; LIU, S.; CHAPMAN, T. A.; CHANG, C.; ZIEGLE, J.; PENG, Z.; WHITE, F. F.; PLAZAS, M. C.; LEACH, J. E.; BRODERS, K. Genomic acquisitions in emerging populations of *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* infecting corn in the U.S. and Argentina. **Phytopathology**, v. 110, n. 6, p. 1161-1173, 2020.

PLAZAS, M. C.; WU, G.; ROSSI, R.; BRUCHER, E.; GUERRA, F. A.; VILARÓ, M.; GUERRA, G. D.; ORTIZ-CASTRO, M. C.; BRODERS, K. First Report of *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* causing bacterial leaf streak of maize (*Zea mays*) in Argentina. **Plant Disease**, v. 102, n. 5, p. 1026-1026, 2018.

PONTES, N. C.; NASCIMENTO, A. R.; VERDÚ, R. O. M.; QUEZADO-DUVAL, A. M. Avaliação do cloreto de dodecil dimetil amônio para o controle da mancha bacteriana do tomateiro. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 43-47, 2012.

QIU, Y.; KAISER, C.; SCHMIDT, C.; BRODERS, K.; ROBERTSON, A. E.; JAMANN, T. M. Identification of quantitative trait loci associated with maize resistance to bacterial leaf streak. **Crop Science**, v. 60, n. 1, p. 226-237, 2020.

REIS, V. M.; OLIVARES, F. L. **Vias de penetração e infecção de plantas por bactérias**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006. 34p.

RITCHIE, S.; HANWAY, J. J. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, 1989. 21p.

RODRIGUES, R. R.; NAUE, C.; COSTA, V. S. O.; BATISTA, D. C.; BARBOSA, M. A. G. Inibição do crescimento de *Xanthomonas campestris* pv. *viticola* por sanitizantes. In: VII Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido, 7., 2012. Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa semiárido. 2012. p. 307-312.

ROSA, W. B.; DUARTE JÚNIOR, J. B.; QUEIROZ, S. B.; PEREGO, I.; MATTEI, E. Desempenho agrônomo de cinco híbridos de milho submetidos à aplicação de fungicida em diferentes estádios fenológicos. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 25, n. 5, p. 428-435, 2017.

SABATO, E. O.; PINTO, N. F. J. A.; FERNANDES, F. T. **Identificação e controle de doenças do milho**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 2013.

SANTOS, G. R.; GAMA, F. R.; GONÇALVES, C. G.; RODRIGUES, A. C.; LEÃO, E. U.; CARDON, C. H.; BONIFACIO, A. Severidade de doenças foliares e produtividade de genótipos de milho em resposta à adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, v. 60, n. 4, p. 505-513, 2013.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.

SEAB. Secretaria da Agricultura e do abastecimento. **Produção Agrícola por Município**. 2018. Disponível em <<http://www.agricultura.pr.gov.br/deral/ProducaoAnual#>>. Acesso em: 01 Mar. 2021.

SHANER, G.; FINNEY, R. R. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing in knox wheat. **Phytopathology**, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, 1977.

SILVA, A. G.; TEIXEIRA, I. R.; MARTINS, P. D. S.; SIMON, G. A.; FRANCISCHINI, R. Desempenho agrônomo e econômico de híbridos de milho na safrinha. **Revista Agro@ambiente**, v. 8, n. 2, p. 261-271, 2014.

SILVA, A. G.; FRANCISCHINI, R.; TEIXEIRA, I. R.; GOULART, M. M. P. Aplicação de fungicida em híbridos de milho na safra de verão na região central do Brasil. **Revista Magistra**, v. 28, n. 3, p. 379-389, 2016.

SILVA, D. J. M.; RODRIGUES, L. C.; RODRIGUES, L. C.; GROFF, A. M. Como os fatores e as técnicas da produção afetam a produtividade e a qualidade do milho. In: XI ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL. 6., 2017. Campo Mourão. **Anais...** Campo Mourão: UNESPAR, 2017. p. 1-8.

SILVA JUNIOR, G. J.; BEHLAU, F. Controle Químico. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. (Orgs.) **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. Ouro fino: Agronômica Ceres, 2018. cap. 16. p. 239-260.

SILVA, R. S.; CAMPOS, H. D.; RIBEIRO, L. M.; BRAZ, G. B. P.; MAGALHÃES, W. B.; BUENO, J. N. Danos na cultura do milho em função da redução de área foliar por desfolha artificial e por doenças. **Summa Phytopathologica**, v. 46, n. 4, p. 313-319, 2020.

SOUZA, L. T.; PEREIRA, J. L. A. R.; SOUZA, T. T. Avaliação da produtividade de milho e controle de doenças foliares. **Revista Agrogeoambiental**, v. 7, n. 3, p. 31-37, 2015.

STRAYER-SCHERER, A.; LIAO, Y. Y.; YOUNG, M.; RITCHIE, L.; VALLAD, G. E.; SANTRA, S.; FREEMAN, J. H.; CLARK, D.; JONES, J. B.; PARET, M. L. Advanced copper composites against copper-tolerant *Xanthomonas perforans* and tomato bacterial spot. **Phytopathology**, v. 108, n. 2, p. 196-205, 2018.

VILELA, R. G.; ARF, O.; KAPPES, C.; KANEKO, F. H.; GITTI, D. C.; FERREIRA, J. P. Desempenho agrônômico de híbridos de milho, em função da aplicação foliar de fungicidas. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 25-33, 2012.

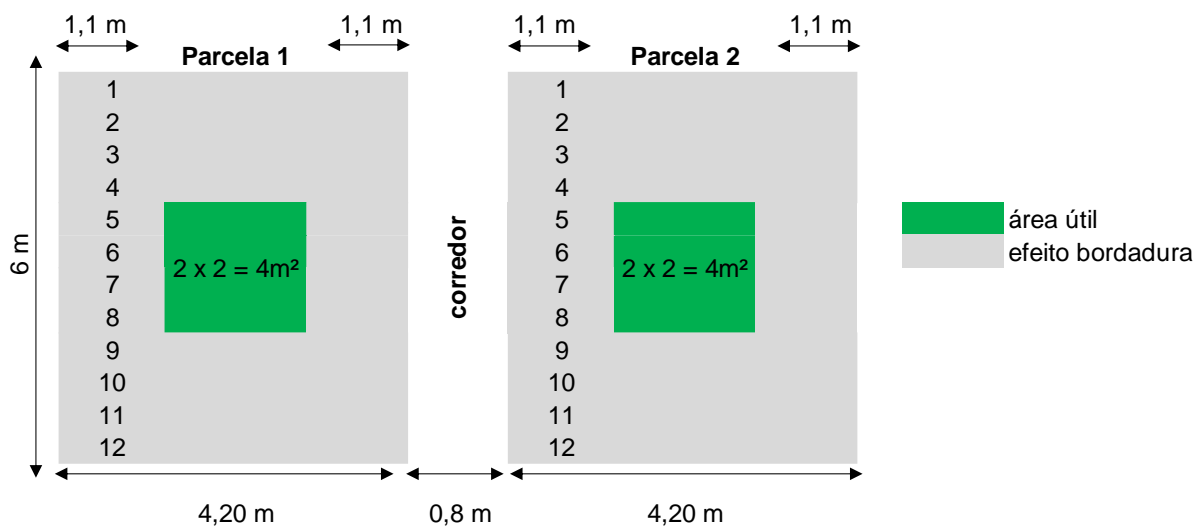
WORDELL FILHO, J. A.; RIBEIRO, L. P.; CHIARADIA, L. A.; MADALÓZ, J. C.; NESI, C. N. **Pragas e doenças do milho: diagnose, danos e estratégias de manejo**. Florianópolis: Epagri, 2016.

APÊNDICE A – Croqui ilustrativo da área experimental, no município de Toledo, Paraná.

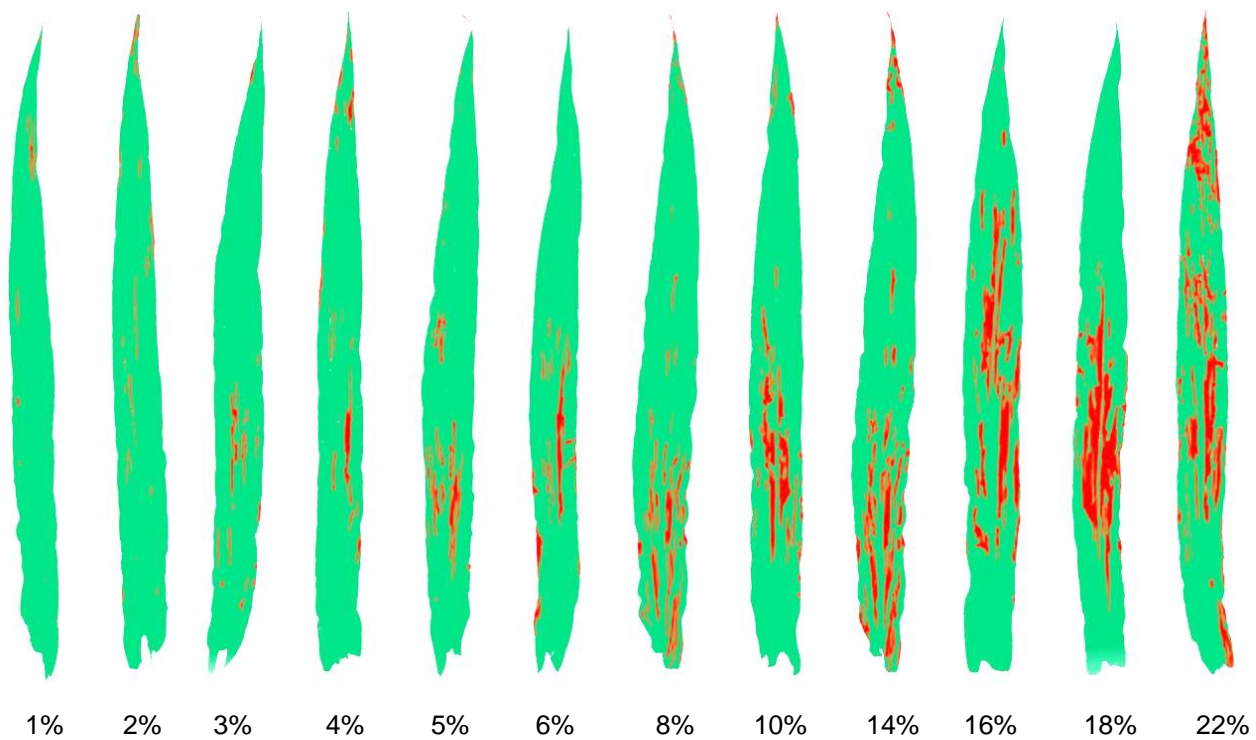
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
BLOCO 1	T1	T10	T11	T2	T8	T5	T7	T13	T3	T14	T4	T12	T9	T6
BLOCO 2	T4	T8	T7	T6	T9	T10	T2	T11	T12	T5	T13	T1	T14	T3
BLOCO 3	T13	T3	T5	T12	T14	T6	T11	T1	T9	T10	T7	T4	T2	T8

LEGENDA	T1	P30F53VYHR + casugamicina	T8	P4285VYHR + casugamicina
	T2	P30F53VYHR + enxofre	T9	P4285VYHR + enxofre
	T3	P30F53VYHR + óxido cuproso	T10	P4285VYHR + óxido cuproso
	T4	P30F53VYHR + oxicloreto de cobre	T11	P4285VYHR + oxicloreto de cobre
	T5	P30F53VYHR + amônia quaternária	T12	P4285VYHR + amônia quaternária
	T6	P30F53VYHR + fosfito de potássio	T13	P4285VYHR + fosfito de potássio
	T7	P30F53VYHR + H ₂ O	T14	P4285VYHR + H ₂ O

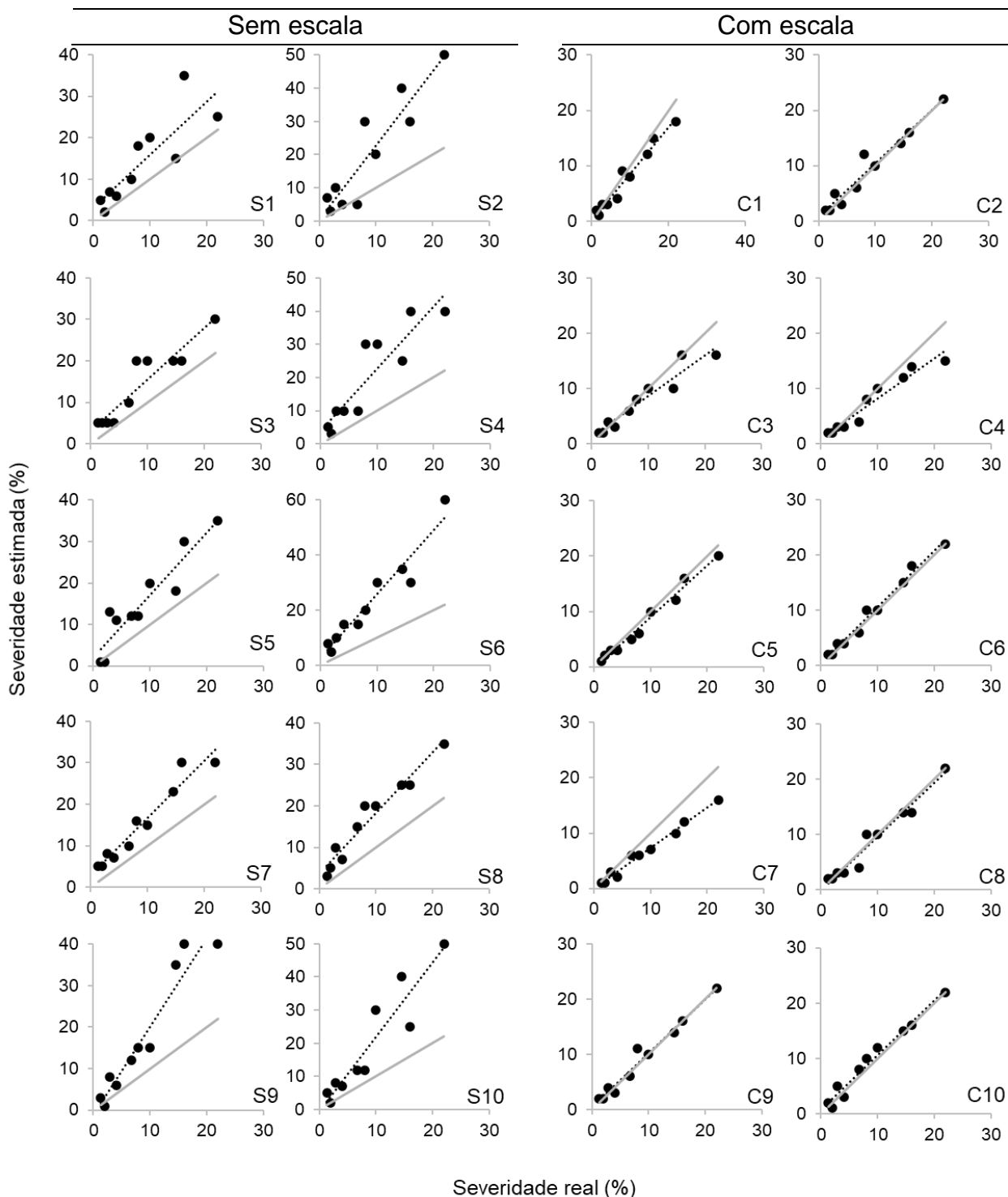
APÊNDICE B – Croqui ilustrativo de duas parcelas do experimento, no município de Toledo, Paraná.



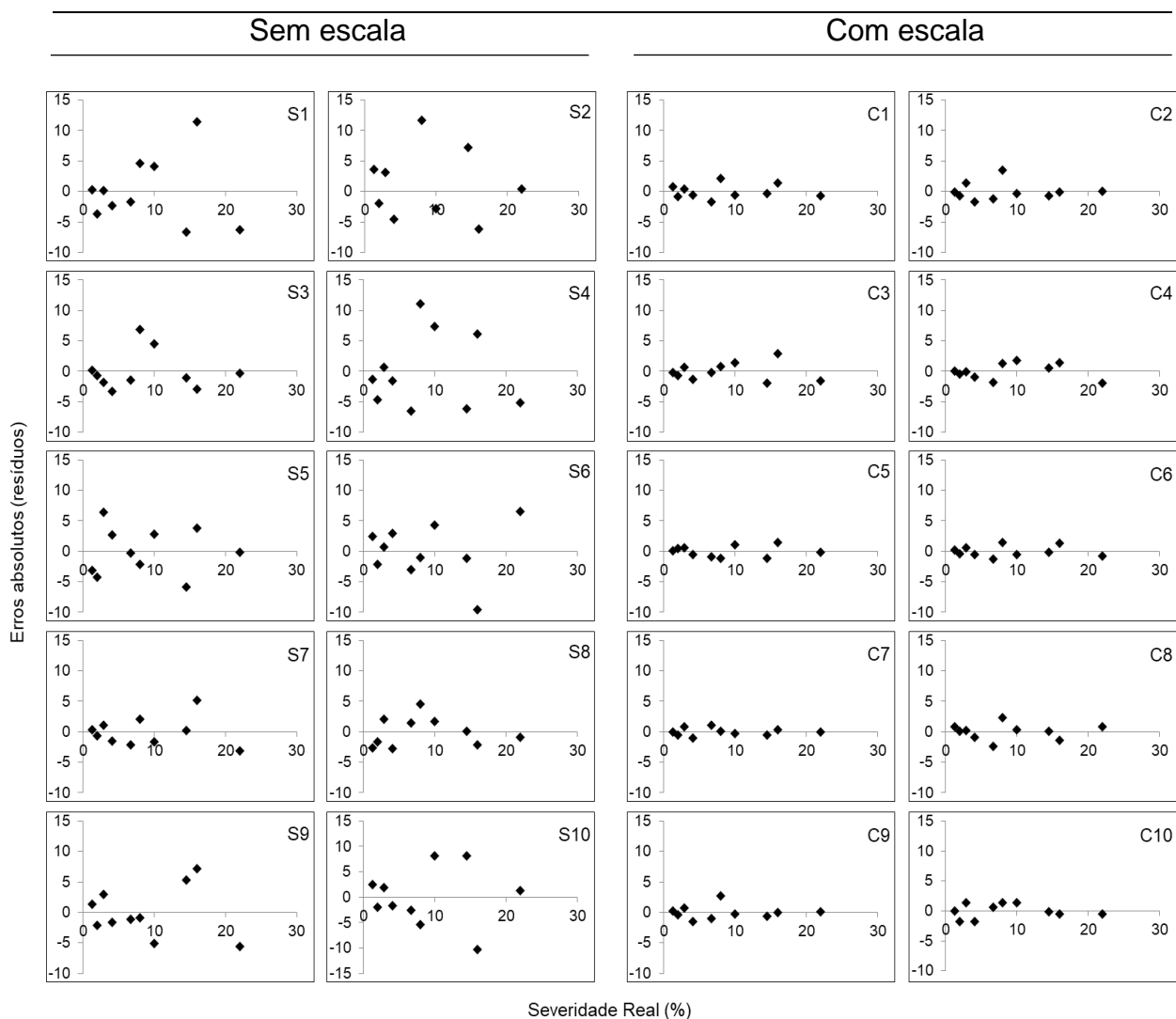
APÊNDICE C – Escala diagramática desenvolvida para avaliação da severidade da estria bacteriana do milho.



APÊNDICE D – Relação entre severidade real (linha cheia) e severidade estimada, (linha pontilhada), para *Xanthomonas vasicola* pv. *vascolorum* em folhas de milho, obtida por dez avaliadores sem (S1 a S10) e com (C1 a C10) a escala diagramática proposta. Toledo, Paraná, 2020.



APÊNDICE E – Erros absolutos (severidade real menos severidade estimada) das estimativas de severidade da estria bacteriana do milho, obtido por dez avaliadores sem (S1 a S10) e com (C1 a C10) a escala diagramática proposta. Toledo, Paraná, 2020.



APÊNDICE F – Coeficientes lineares (a), coeficientes angulares (b), coeficientes de determinação (R^2) das equações de regressão linear simples, relacionando estimativas visuais (variável dependente) de severidade da estria bacteriana do milho efetuadas por dez avaliadores, sem e com o uso da escala diagramática proposta, à severidade real (variável independente) obtida com o auxílio do software QUANT v.1.0.2. Toledo, Paraná, 2020.

Avaliador	Sem escala			Com escala		
	a	b	R^2	a	b	R^2
1	3,11 *	1,28	0,72	0,12	0,84	0,96
2	0,45	2,23 *	0,84	0,80	0,96	0,95
3	3,20 *	1,23	0,87	1,22 *	0,74	0,92
4	3,89 *	1,87 *	0,81	0,96	0,72	0,94
5	2,21 *	1,49 *	0,87	-0,35	0,93	0,98
6	2,51 *	2,31 *	0,93	0,42	1,01	0,98
7	2,87 *	1,37	0,94	0,06	0,72	0,98
8	3,70 *	1,46 *	0,95	-0,06	0,97	0,96
9	-1,06 *	2,12 *	0,92	0,46	0,98	0,97
10	-0,43	2,23 *	0,88	0,74	0,99	0,97
Média	2,05 *	1,76 *	0,87	0,44	0,89	0,96

*Asterisco indica que a hipótese de nulidade ($a=0$ ou $b=1$) foi rejeitada pelo teste t ($p=00,5$).