

Épocas de aplicação de azoxistrobina + mancozebe no controle de mancha branca do milho

Timing of application of azoxystrobin + mancozeb to control maize white spot

Tiempos de aplicación de azoxistrobina + mancozeb en el control de la mancha blanca del maíz

Recebido: 30/01/2021 | Revisado: 04/02/2021 | Aceito: 09/02/2021 | Publicado: 16/02/2021

Marcos Rafael Borth

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5184-0913>
Universidade Estadual do Norte do Paraná, Brasil
E-mail: marcosborth@gmail.com

Fernanda Neves Paduan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1934-3113>
Universidade Estadual de Londrina, Brasil
E-mail: f.nevespaduan@gmail.com

Karina Aline Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8916-0224>
Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná, Brasil
E-mail: karinaaline_alves@hotmail.com

Leopoldo Susumu Matsumoto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5102-545X>
Universidade Estadual do Norte do Paraná, Brasil
E-mail: leopoldo@uenp.edu.br

Erich dos Reis Duarte

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7646-3779>
Universidade Pitágoras Unopar, Brasil
E-mail: erichreis@bol.com.br

Denise Renata Pedrinho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8522-6126>
Universidade Anhuera-Uniderp, Brasil
E-mail: denise.pedrinho@uniderp.com

Helio Hiroshi Suguimoto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8461-3079>
Universidade Pitágoras Unopar, Brasil
E-mail: helio.suguimoto@kroton.com.br

Edson Bertolini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5892-6840>
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: edson.bertolini@ufrgs.br

Fernando Zawadzki

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5097-9454>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: fernando.zawadzki@hotmail.com

Aline Vanessa Sauer

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3164-9710>
Universidade Pitágoras Unopar, Brasil
Universidade Estadual Norte do Paraná, Brasil
E-mail: aline.sauer@unopar.br

Resumo

Um dos principais métodos de controle da mancha branca do milho, o controle químico com estrobilurinas e fungicidas protetores demonstraram efeito no controle da doença, no entanto, condicionada ao momento de sua realização em estádios fenológicos da cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar o controle e efeito no progresso temporal da mancha branca do milho com a associação dos fungicidas mancozebe e azoxistrobina em diferentes épocas de aplicação, dois cultivares, duas localidades de plantio e o efeito na produtividade da cultura. Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Marechal Cândido Rondon e Sertãozinho, PR. Foram utilizados dois híbridos suscetíveis, DKB230PRO3 e DKB290PRO3. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com 4 repetições. As avaliações foram efetuadas 10 dias após cada aplicação, além de uma avaliação no estágio de maturidade fisiológica. A severidade da doença foi avaliada através da quantificação da área foliar lesionada em 10 plantas por parcela e utilizadas no cálculo da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença, submetidos a análise de variância e o teste de médias. As curvas de progresso da doença foram ajustadas aos modelos logístico e exponencial. A produtividade foi estimada após a colheita

manual, com o peso de mil grãos e produtividade (kg ha^{-1}). Aplicações dos fungicidas em estádios V8 e V4+V8+VT proporcionaram melhor controle da mancha branca. Aplicações no estádio V4 não proporcionaram severidades diferentes da testemunha sem aplicação. Não foram observados ganhos significativos em produtividade em função da aplicação dos fungicidas.

Palavras-chave: Estrobilurina; Fungicida; Manchas foliares do milho; *Zea mays*.

Abstract

One of the main methods to control the white spot of corn, chemical control with strobilurins and protective fungicides demonstrated an effect on the control of the disease, however, conditioned to the moment of its realization in phenological stages of the culture. The objective of this study was to evaluate the control and effect on the temporal progress of maize white spot with the association of the fungicides mancozeb and azoxystrobin at different timing of application, two cultivars, two planting locations and the effect on crop productivity. The experiments were conducted in the municipalities of Marechal Cândido Rondon and Sertãoópolis, PR. Two susceptible hybrids were used, DKB230PRO3 and DKB290PRO3. The experimental design used was randomized blocks with 4 replications. The evaluations were carried out 10 days after each application, in addition to an evaluation at the stage of physiological maturity. The severity of the disease was evaluated by quantifying the injured leaf area in 10 plants per plot and used in the calculation of the Area Under the Disease Progress Curve, subjected to analysis of variance and the means test. The disease progress curves were adjusted to the logistic and exponential models. Yield was estimated after manual harvesting, weighing a thousand grains and yield (kg ha^{-1}). Fungicide applications in stages V8 and V4 + V8 + VT provided control of the white spot. Applications at the V4 stage did not provide different severities from the control without application. There were no significant gains in productivity due to the application of fungicides.

Keywords: Fungicide; Maize leaf spots; Strobilurin; *Zea mays*.

Resumen

El control químico con estrobilurinas y fungicidas protectores es uno de los principales métodos de control de la mancha blanca del maíz causada por *Pantoea ananatis*, Tratamientos con estos productos, fueron efectivos en el control de la enfermedad, sin embargo, condicionado al momento de su realización en distintas etapas fenológicas del cultivo. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de los fungicidas mancozeb y azoxistrobina en diferentes momentos de aplicación, sobre el progreso temporal de la mancha blanca del maíz y la productividad del cultivo. Los experimentos se realizaron en los municipios de Marechal Cândido Rondon y Sertãoópolis, PR, utilizando los híbridos susceptibles, DKB230PRO3 y DKB290PRO3. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con 4 repeticiones. Las evaluaciones se realizaron a los 10 días de cada aplicación, además de una evaluación en la etapa de madurez fisiológica. La severidad de la enfermedad se evaluó cuantificando el área foliar enferma en 10 plantas por parcela y se utilizó en el cálculo del Área Debajo de la Curva de Progreso de la Enfermedad, sometida al análisis de varianza y la prueba de promedios. Las curvas de evolución de la enfermedad se ajustaron a los modelos logísticos y exponencial. El rendimiento se estimó después de la cosecha manual, con el peso de mil granos y el rendimiento (kg ha^{-1}). Las aplicaciones de fungicidas en las etapas V8 y V4+V8+VT proporcionaron el mejor control de la mancha blanca. Las aplicaciones en la etapa V4 no proporcionaron severidades de la enfermedad distintas del control. No hubo incremento significativo en la productividad debido a la aplicación de fungicidas.

Palabras clave: Estrobilurina; Fungicida; Manchas foliares de maíz; *Zea mays*.

1. Introdução

Um dos cereais mais cultivados no mundo, o milho (*Zea mays*) apresenta crescente importância econômica no Brasil. O aumento do nível tecnológico e do potencial produtivo da cultura se devem ao investimento em biotecnologia e a utilização insumos no processo de manejo de pragas e doenças. A crescente produção, a possibilidade de cultivo sucessivo e a presença de clima favorável são alguns dos fatores que contribuem para a ascensão da relevância de doenças em milho (Casa, Reis, Zambolim, 2006).

Devido à ocorrência no final do ciclo da cultura, a mancha branca (*Pantoea ananatis*) foi considerada uma doença de importância secundária em meados dos anos 80, no entanto, tornou-se uma das principais doenças do milho na atualidade. Observada em estádios mais iniciais de desenvolvimento e existente em todas as regiões produtoras do Brasil, a mancha branca é caracterizada como lesões necróticas circulares a ovais com 0,3 a 2 cm de diâmetro e coloração palha, que se espalham por todo limbo, diminuindo, portanto, a área foliar fotossintética ativa. Os danos causados envolvem a senescência foliar precoce e redução da produtividade ocasionada pela redução do tamanho e peso dos grãos, sendo variável em função de cultivares, locais e épocas de plantio (Sawazaki et al., 1997; Fernandes; Oliveira, 2000; Paccola-Meirelles et al., 2001; Cervelatti et al., 2002).

Algumas práticas podem auxiliar na redução do inóculo inicial e desfavorecer a ocorrência de doenças. Citam-se medidas como a realização do plantio em época adequada; utilização de sementes de boa qualidade; rotação com culturas não suscetíveis e o uso de cultivares com níveis de resistência à doença (Sawazaki et al., 1997; Costa et al., 2013; Cota et al., 2013; Mamede; Tebaldi, 2020). No entanto, mesmo com o uso de cultivares resistentes e principalmente com cultivares suscetíveis ou com moderada resistência, a utilização de fungicidas é recomendada e amplamente empregada (Cota et al., 2018).

Estudos demonstram a inibição total do crescimento *in vitro* da bactéria *P. ananatis* pelo fungicida mancozebe (Bomfeti et al., 2007). Ensaios a campos corroboram este resultado, observado o efeito de mancozebe no controle da mancha branca do milho e aumento de 63,1% na produção de grãos em relação à testemunha sem aplicação (Pinto, 1997). Segundo Costa et al. (2011) pouco efeito dos fungicidas triazóis foi observado no controle da doença, mesmo em mistura com fungicidas protetores. O efeito da estrobilurina azoxistrobina é apontado como o ingrediente ativo com maior eficiência para o controle da mancha branca (Costa et al., 2011; Costa et al., 2012). Segundo Alves et al. (2016), a adição de mancozebe a outros fungicidas potencializou o controle da doença em comparação a às formas isoladas, exemplificado pela reduzida AACPD proporcionada pela mistura tripla de azoxistrobina, tebuconazol e mancozebe.

Cota et al. (2018), observaram uma tendência de uso de pelo menos dois princípios ativos de fungicidas em cada aplicação na cultura do milho, sendo que 69,8% dos agricultores utilizam desta técnica e apenas 19,5% fazem uso da mistura de três moléculas. Além da escolha dos ativos, o número e o momento da aplicação de fungicidas são classificados como essenciais para atingir o controle das doenças (Gonçalves et al., 2012). O posicionamento de fungicidas em milho ocorre principalmente no estágio de pré-pendoamento, no entanto, assim como destacado por Manfroi et al. (2016), aplicações anteriores demonstraram bons resultados no controle de doenças foliares, principalmente de forma sequencial em híbridos com maior suscetibilidade.

Tendo em vista a importância da mancha branca para a cultura do milho e a ocorrência em estádios mais iniciais da cultura; a influência de cultivares e localidades para sua ocorrência, a eficiência destacada dos princípios ativos e a definição do momento de aplicação, objetivou-se avaliar o controle da mancha branca do milho com a associação dos fungicidas mancozebe e azoxistrobina em diferentes épocas de aplicação, dois cultivares, duas localidades de plantio e o efeito na produtividade da cultura..

2. Metodologia

Este estudo se baseia na aplicação de métodos quantitativos, onde, pela coleta e análise estatística de dados numéricos é possível inferir sobre o objeto de estudo (Pereira et al., 2018). Os experimentos foram instalados nos municípios de Sertanópolis e Marechal Cândido Rondon, localizados no estado do Paraná, Brasil. A área experimental no município de Sertanópolis situa-se a 395 metros acima do nível do mar (altitude), com latitude de 23°04'Sul e 51°04' de longitude Oeste. A área experimental no município de Marechal Cândido Rondon, situa-se a 406 metros de altitude, Latitude 24°33' Sul e longitude 54°04' Oeste. Ambas possuem clima subtropical úmido (classificação climática de Köppen-Geiger: Cfa).

Os híbridos utilizados foram selecionados de acordo com as recomendações para cada região: DKB230PRO3® (superprecoce) e DKB290PRO3® (precoce), com ciclo de aproximadamente 120 e 135 dias, densidade de semeadura de 2,7 e 2,5 sementes por metro e estande inicial de 57000 e 53000 plantas ha⁻¹, respectivamente. As sementes possuíam tratamento industrial com clotianidina (nome comercial: Poncho®). A semeadura ocorreu nos dias 18 e 25 de fevereiro de 2017 nas cidades de Marechal Cândido Rondon e Sertanópolis-PR, respectivamente. O desenvolvimento da doença ocorreu em condições naturais de infecção a campo.

Em ambas as áreas experimentais realizou-se adubação de base de 300 kg ha⁻¹ com o Nitrogênio-Fósforo-Potássio (NPK) formulado 16-16-16. Aos 35 dias após a emergência (DAE), foi realizada uma aplicação de cobertura com 150 kg ha⁻¹

de ureia protegida 45-00-00 (NPK).

O manejo de plantas daninhas foi efetuado com 5 L ha⁻¹ de atrazina (nome comercial: Primóleo®) e 2 L ha⁻¹ glifosato (nome comercial: Roundup Ready Original DI®). Realizaram-se 2 aplicações de inseticida para controle de percevejos, nos estádios iniciais V1 e V4. O inseticida empregado foi Tiametoxam (141 g L⁻¹) e Lambda-cialotrina (106 g L⁻¹) (nome comercial: Engeo Pleno®). Para o controle de lagartas, foi aplicado 120 mL ha⁻¹ do inseticida Lambda-cialotrina (50 g L⁻¹) + Clorantniliprole (100 g L⁻¹) (nome comercial Ampligo®).

As parcelas foram constituídas por 5 linhas com comprimento de 5 metros cada, espaçamento de 0,45 metros entre as linhas e densidade de 2,7 plantas por metro. Foi mantida a distância de 1 metro entre as parcelas, desconsiderando as linhas da borda para descartar possível efeito de deriva.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados em arranjo fatorial 2 x 5 (2 híbridos x 5 tratamentos). Para cada híbrido, utilizaram-se quatro tratamentos além da testemunha e quatro repetições.

Aplicações dos fungicidas contou com a mistura de azoxistrobina + mancozebe (Unizeb Glory®), com concentrações de 50 g Kg⁻¹ e 700 g Kg⁻¹ na composição do produto, respectivamente. A dose utilizada foi de 2 Kg ha⁻¹ em cada aplicação, de acordo com a recomendação do fabricante. Foi adicionada à calda, óleo mineral Lanza®®, na proporção de 0,5% do volume de calda.

As aplicações foram realizadas com um pulverizador costal pré-pressurizado por CO₂ com pressão de 400 kPa e taxa de aplicação constante de 150 L ha⁻¹. Para aplicação utilizou-se barra com 4 pontas de pulverização do tipo cônico com indução de ar (CA02), espaçados em 0,50 metros.

Os tratamentos foram compostos por momentos de aplicação de acordo com o estágio fenológico das plantas nos diferentes híbridos. Além da testemunha sem aplicação, as aplicações foram realizadas nos estádios V4; V4 + V8; V8 e V4+V8+VT, perfazendo os 4 tratamentos.

Ocorreram 4 avaliações da severidade da doença, efetuadas aos 10 dias após cada aplicação e no momento em que as plantas atingiram o ponto de maturidade fisiológica, correspondendo aos estádios fenológicos V7, V11, R2 e R6. A severidade foi avaliada em 10 plantas por parcela com auxílio de escala diagramática desenvolvida por Sachs et al. (2011). Dados de severidade foram convertidos para Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) através do cálculo proposto por Shaner; Finney (1977) por integração trapezoidal:

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} [(X_i + X_{i+1})/2](t_{i+1} - t_i)$$

Onde X é a severidade média da doença por parcela (porcentagem), X_i = X(t_i), n é o número de avaliações e (t_{i+1} - t_i) é o intervalo entre duas avaliações consecutivas.

A produtividade de grãos foi obtida através da colheita das espigas de três fileiras centrais da parcela. A colheita foi realizada de forma manual e a debulha foi processada por máquina de ação manual, os grãos pesados e avaliados quanto ao teor de umidade com uso de um medidor de umidade de grãos (Motomco). Os valores obtidos da produtividade da área útil foram corrigidos para a umidade de 13% e expressos em kg ha⁻¹. Foi obtido o peso de mil grãos para cada parcela dos tratamentos pela contagem de dez repetições de 100 sementes e calculado o peso de acordo com o estabelecido pelas Regras de Análises de Sementes (2009).

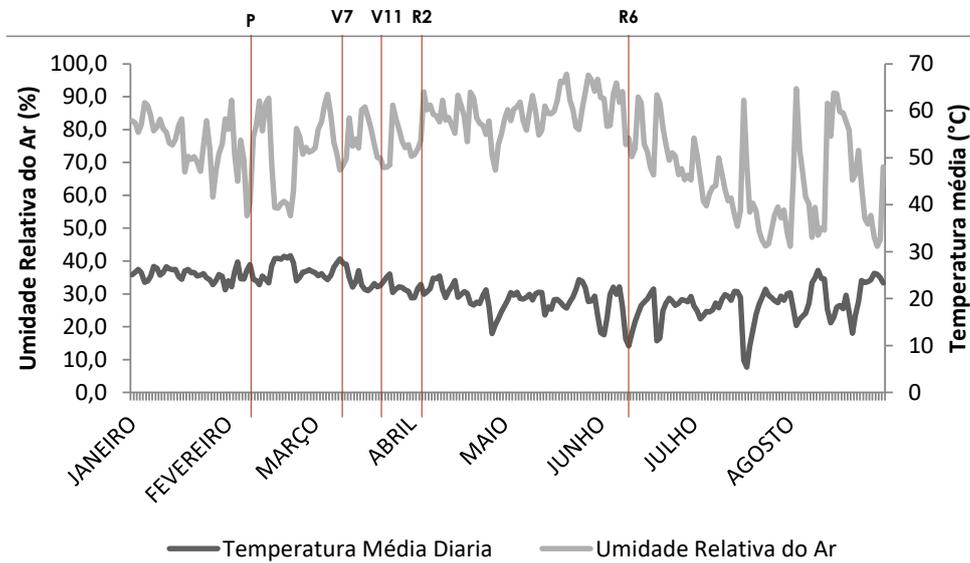
Os dados de severidade da doença e peso de mil grãos apresentaram distribuição normal de acordo com teste de Shapiro-Wilk. Dados da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) foram transformados em log(x). Dados de severidade e AACPD foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade em esquema fatorial 2x5, correspondendo aos 2 híbridos e 5 tratamentos, dentro de cada avaliação (1, 2, 3 e 4ª avaliações). Dados

de severidade estimaram o progresso temporal da doença e curvas ajustadas ao modelo logístico e exponencial. Os parâmetros do progresso temporal da doença foram comparados pelo intervalo de confiança obtidos na análise do ajuste de modelos. Os dados foram analisados estatisticamente por meio dos programas estatísticos R.

3. Resultados e Discussão

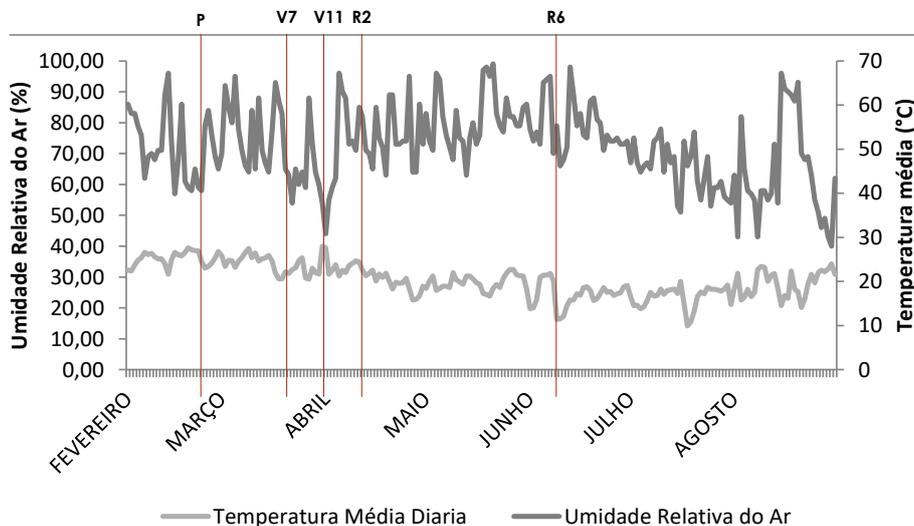
A condução dos experimentos deu-se em um período com ocorrência de temperatura e umidade favoráveis ao desenvolvimento da mancha branca, em ambas as áreas experimentais (Figuras 1 e 2). De acordo com Fernandes e Oliveira (2000), a mancha branca tem melhor desenvolvimento em condições com umidade relativa do ar acima de 60% e temperaturas noturnas próximas a 14 °C.

Figura 1. Relação dos dados de umidade relativa do ar e temperatura média, para a área experimental de Marechal Cândido Rondon.



Fonte: Autores.

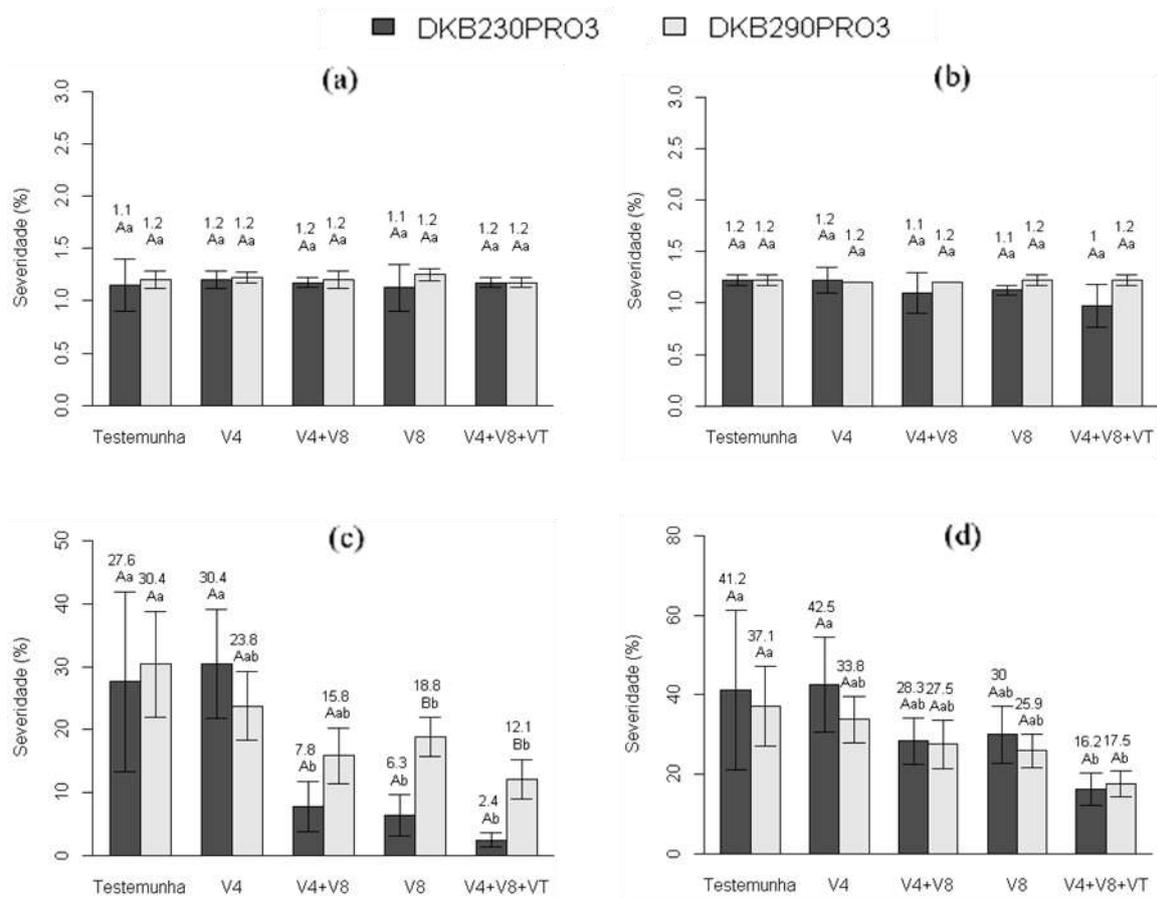
Figura 2. Relação dos dados de umidade relativa do ar e temperatura média, para a área experimental de Sertanópolis.



Fonte: Autores.

A severidade de mancha branca do milho esteve distribuída uniformemente entre as parcelas dos tratamentos avaliados em Marechal Candido Rondon, conforme a Figura 3, aos 0 e 13 D.A.A. (dias após o início das avaliações). A partir dos 37 D.A.A. foi possível observar diferenças significativas na severidade em função do tratamento químico adotado.

Figura 3. Severidade de mancha branca do milho em híbridos tratados com azoxistrobina + mancozebe em diferentes épocas aos 0 (a), 13 (b), 37 (c) e 68 (d) dias após o início das avaliações na cidade de Marechal Candido Rondon



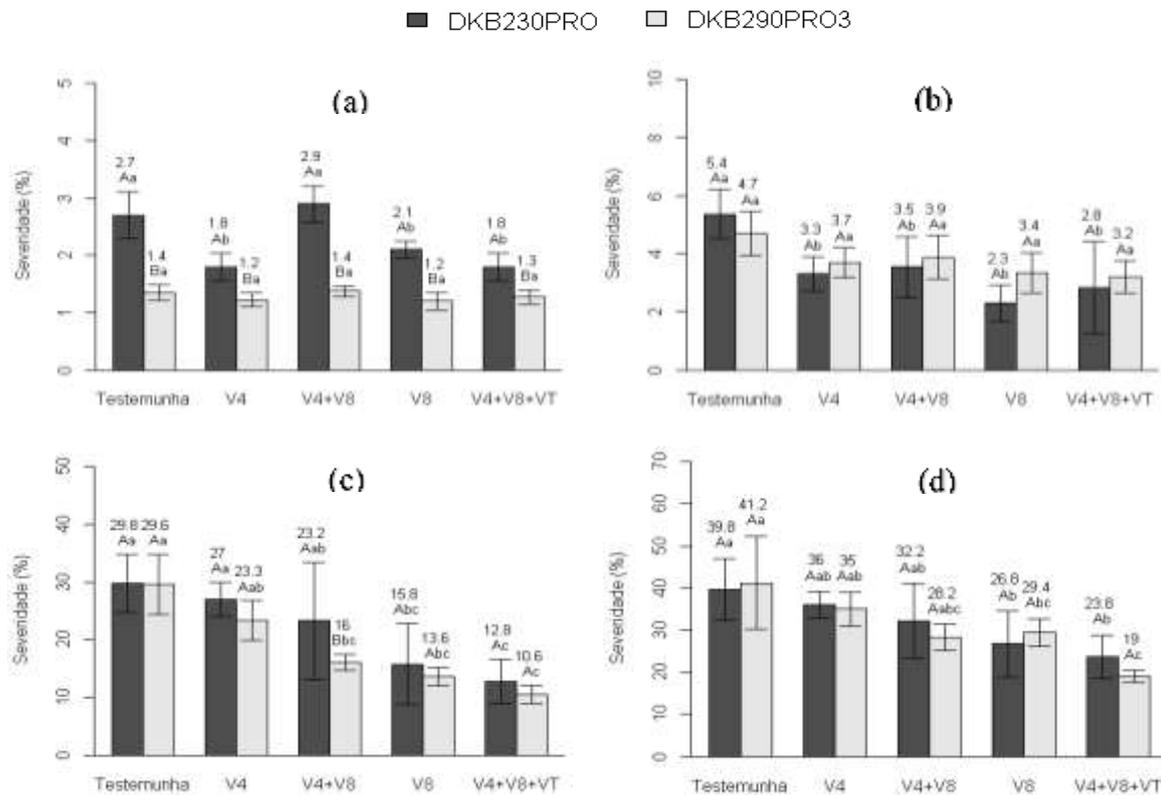
Letras minúsculas comparam tratamentos dentro do mesmo híbrido e maiúsculas comparam híbridos dentro de cada tratamento. Severidades seguidas de mesmas letras não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Aos 37 D.A.A., para o híbrido DKB230PRO3, aplicações realizadas em V4+V8, apenas V8 ou V4+V8+VT proporcionaram severidades igualmente inferiores às da testemunha sem aplicação e à aplicação apenas em V4. Já para o híbrido DKB290PRO3, severidades significativamente menores às da testemunha foram observadas apenas com os tratamentos V8 e V4+V8+VT. Entretanto, após 31 dias, na avaliação de 68 D.A.A. para ambos os híbridos, apenas o tratamento realizado em V4, repetido em V8 e em VT proporcionaram severidades menores.

A diferença da sanidade entre os híbridos de milho, ou seja, menores ou maiores severidades de mancha branca, foi observada apenas aos 37 D.A.A., sendo que o híbrido DKB230PRO3 apresentou menor quantidade da doença em relação ao híbrido DKB290PRO3 nos tratamentos em V8 e V4+V8+VT.

Para a localidade de Sertãoópolis, PR, (Figura 4) no momento da primeira avaliação, os híbridos demonstraram diferenças entre a severidade de mancha branca, sendo maior para o híbrido DKB230PRO3. Aos 18 D.A.A., a aplicação em qualquer estágio fenológico foi capaz de reduzir a severidade da doença para o híbrido DKB230PRO3, em contrapartida, para DKB290PRO3 nenhum dos tratamentos possibilitou esta redução, sendo todos semelhantes à testemunha sem aplicação.

Figura 4. Severidade de mancha branca do milho em híbridos tratados com azoxistrobina + mancozebe em diferentes épocas aos 0 (a), 18 (b), 52 (c) e 84 (d) dias após o início das avaliações na cidade de Sertanópolis.



Letras minúsculas comparam tratamentos dentro do mesmo híbrido e maiúsculas comparam híbridos dentro de cada tratamento. Severidades seguidas de mesmas letras não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Para o híbrido DKB230PRO3, aplicações no estágio fenológico V4 mostrou pouca viabilidade, exceto quando realizadas também nos estádios V8 e VT. Quando o fungicida foi posicionado em V4 ou em V4+V8, a severidade de mancha branca foi semelhante à da testemunha. O maior controle da doença foi observado com as aplicações em V8 e V4+V8+VT, com porcentagens de controle de aproximadamente 47 e 57%, respectivamente aos 52 D.A.A. e 32,6 e 40% aos 84 D.A.A.

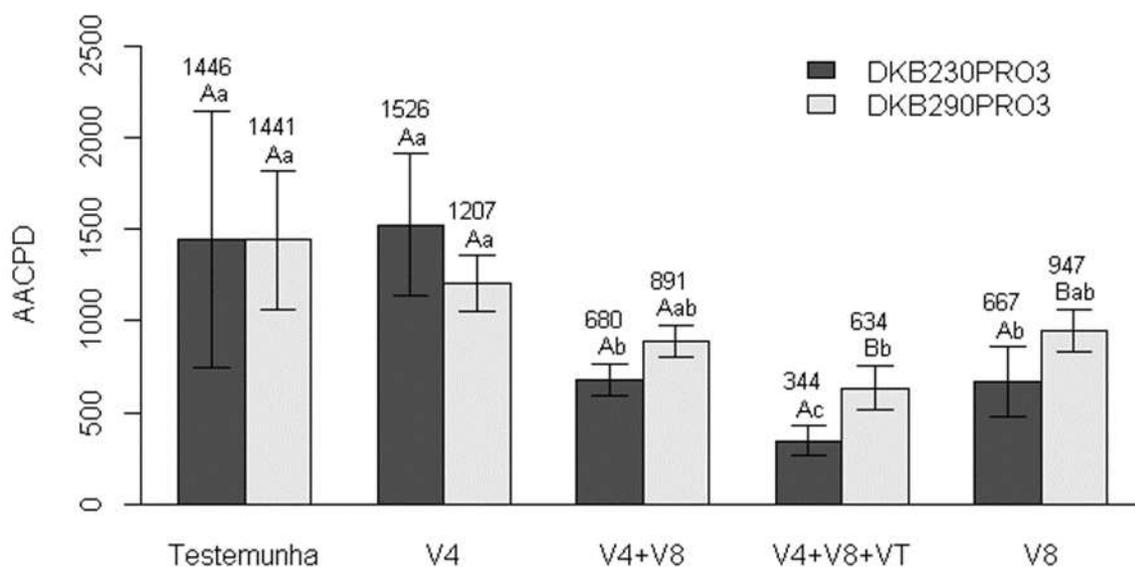
De modo geral, para ambos híbridos e localidades, a aplicação de azoxistrobina + mancozebe apenas no estágio V4 foi semelhante à testemunha sem aplicação. De acordo com Magalhães e Durães (2006), o desenvolvimento do milho nas fases V3 a V5 corresponde a produção de novas folhas, sendo que neste último estágio ocorre a iniciação das folhas das espigas. Este fato pode estar relacionado com a falta de influência das aplicações ocorridas neste estágio, além de que o residual dos fungicidas pode não perdurar suficientemente até o aparecimento dos primeiros sintomas, que neste experimento foram observados de forma crescente a partir do estágio V7 (momento da primeira avaliação). O residual de fungicidas do grupo químico de triazóis e estrobilurinas é considerado por Jualiatti et al. (2004) como efetivo por não mais que 30 dias. Ramos (2011) relatou baixo residual destes grupos químicos, já que apenas uma aplicação não demonstrou controle de doenças foliares, incidentes posteriores à aplicação.

Os dados da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) confirmam que, para a cidade de Marechal Candido Rondon (Figura 5), o tratamento que demonstrou menor índice em ambos os híbridos foi devido a aplicação de azoxistrobina + mancozebe nos três estádios fenológicos do milho (V4+V8+VT), estimado em 344 e 634, enquanto a ausência de aplicação possibilitou índice de 1446 e 1441 para DKB230PRO3 e DKB290PRO3, respectivamente. Vale ressaltar que mesmo com igual tratamento, seja em aplicações no estágio V8 ou V4+V8+VT, o híbrido DKB290PRO3 demonstrou maior

suscetibilidade à doença quando comparado ao DKB230PRO3.

Nota-se que aplicações em V4 + V8 não diferiram da aplicação apenas em V8, demonstrando que a viabilidade do controle químico neste primeiro estágio fenológico pode ser questionada, reforçado pelo fato de que aplicação apenas em V4 foi semelhante a testemunha sem aplicação de fungicidas.

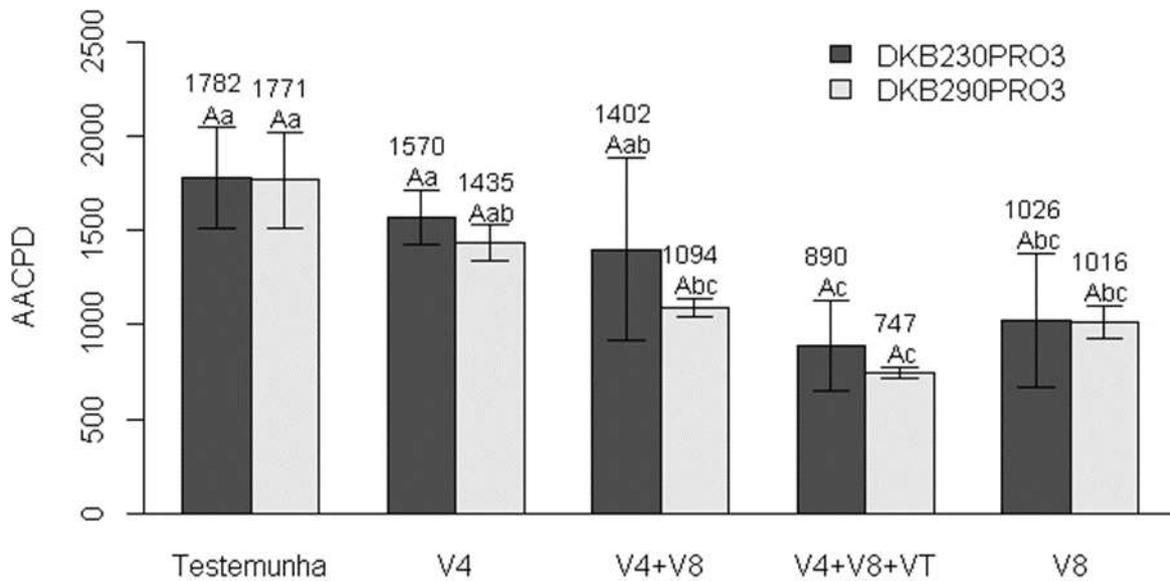
Figura 5. A Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) e desvio padrão para mancha branca do milho para híbridos tratados com azoxistrobina + mancozebe em diferentes épocas na cidade de Marechal Candido Rondon.



Médias seguidas da mesma letra minúscula comparam tratamentos dentro do mesmo híbrido e maiúscula comparam híbridos dentro de cada tratamento pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Para a localidade de Sertanópolis, os dois híbridos avaliados apresentaram quantidades semelhantes de doença em qualquer tratamento químico adotado (Figura 6). Ao analisar os tratamentos com azoxistrobina + mancozebe, observa-se que aplicações em V8 e V4+V8+VT proporcionaram menores índices de AACPD para DKB230PRO3, enquanto para DKB290PRO3 teve resultados das aplicações em V4+V8; V8 e V4+V8+VT foram semelhantes quanto ao menor índice da mesma variável. Assim como obtido em Marechal Candido Rondon, o uso de fungicidas no estágio V4 não se mostrou suficiente para reduzir a AACPD.

Figura 6. Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) de mancha branca do milho para híbridos tratados com azoxistrobina + mancozebe em diferentes épocas na cidade de Sertanópolis.

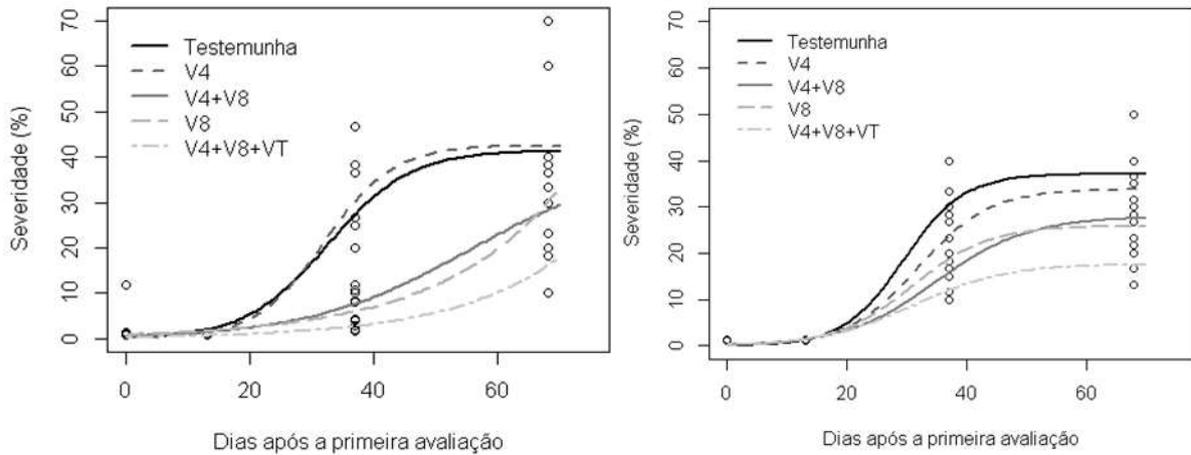


Médias seguidas da mesma letra minúscula comparam tratamentos dentro do mesmo híbrido e maiúscula comparam híbridos dentro de cada tratamento pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

A diminuição da AACPD com duas ou mais aplicações de fungicidas também foi observada por Rezende (2014). O autor cita que, em dois híbridos estudados, a aplicação de multissítio+triazol+estrobilurinas em duas ou três vezes manteve este índice inferior a testemunha, além de permitir maior porcentagem de área foliar verde no estágio R5 da cultura. Menores quantidade da doença também foram relatadas por Alves et al. (2016) pela aplicação de mistura tripla de azoxistrobina + tebuconazole + mancozebe durante os estádios V9 e R1. Por outro lado, Gonçalves et al. (2012) não observaram diferenças significativas na severidade de doenças foliares quando aplicado fungicidas nos estádios VT+R1, no entanto, proporcionou aumento do peso mil grãos e do número de grãos por espiga, reduzindo a incidência de grãos ardidos e de acamamento de plantas. De maneira geral, Almeida et al. (2019) concluíram que quanto mais avançado o estágio fenológico, mais severa são as doenças foliares, isso pode impactar na eficiência de controle.

Além de severidade reduzida, Ramos (2011) cita que aplicações de fungicidas em milho em mais de uma época podem auxiliar na baixa taxa de progresso das doenças de parte aérea. Avaliando os parâmetros do progresso temporal da mancha branca nas diferentes épocas de aplicação de azoxistrobina + mancozebe na região de Marechal Candido Rondon, foi observado que apenas os tratamentos em V8 e V4+V8+VT foram capazes de reduzir a taxa de progresso da doença para o híbrido DKB230PRO3, exemplificados na Figura 7 e expressos na Tabela 1.

Figura 7. Progresso temporal de mancha branca do milho para híbridos DKB230PRO3 e DKB290PRO3, respectivamente, tratados com azoxistrobina + mancozebe em diferentes épocas na cidade de Marechal Candido Rondon.



Fonte: Autores.

Para o híbrido DKB290PRO3, o tratamento com 3 aplicações possibilitou assíntota máxima de 17,65, significativamente menor que a testemunha e demais tratamentos avaliados. Embora note-se uma redução para esta mesma variável para o híbrido DKB230PRO3, não foram observadas diferenças estatísticas (Tabela 1).

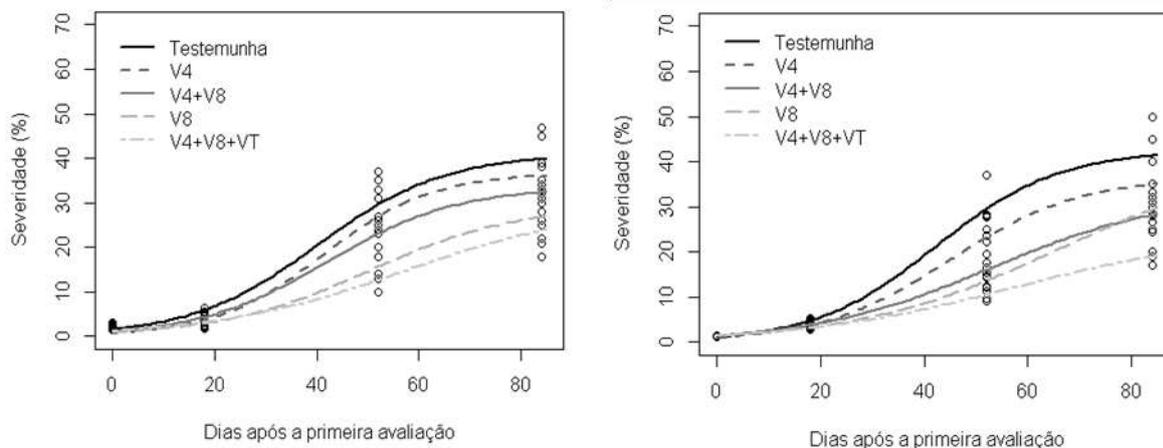
Tabela 1. Parâmetros do progresso temporal da mancha branca do milho ajustados aos modelos logístico e exponencial para híbridos tratados com azoxistrobina + mancozebe em diferentes épocas na cidade de Marechal Candido Rondon, PR.

Tratamento	b1		b2		b3	
	DKB230PRO3	DKB290PRO3	DKB230PRO3	DKB290PRO3	DKB230PRO3	DKB290PRO3
Testemunha	41,44	37,10	32,48	29,41	6,06	5,03
V4	42,57	33,86	31,88	31,88	5,57	6,01
V4 + V8	39,16	27,86	55,40	34,94	13,10	7,62
V8	-	25,93	-	30,93	0,05	6,35
V4 + V8 + VT	-	17,65	-	31,12	0,05	7,65

b1=assíntota máxima, b2=tempo para atingir metade da doença, b3=taxa de progresso da doença. Fonte: Autores.

De acordo com a Figura 8 e Tabela 2, é possível notar uma tendência de aumento de dias até atingir metade da doença e influência na taxa de aplicação, mas não foram observadas diferenças estatísticas significativas. A diminuição na assíntota máxima, embora siga a mesma tendência de redução, foi significativa apenas para o tratamento em V4+V8+VT para DKB290PRO3.

Figura 8. Progresso temporal de mancha branca do milho para híbridos DKB230PRO3 e DKB290PRO3, respectivamente, tratados com azoxistrobina + mancozebe em diferentes épocas na cidade de Sertanópolis, PR.



Fonte: Autores.

Tabela 2. Parâmetros do progresso temporal da mancha branca do milho em híbridos tratados com azoxistrobina + mancozebe em diferentes épocas na cidade de Sertanópolis, PR.

Tratamento	b1		b2		b3	
	DKB230PRO3	DKB290PRO3	DKB230PRO3	DKB290PRO3	DKB230PRO3	DKB290PRO3
Testemunha	40,96	42,43	40,09	42,22	12,40	11,74
V4	36,66	36,56	41,21	44,99	10,59	12,54
V4 + V8	33,46	32,80	41,93	52,76	12,60	17,17
V8	29,39	40,57	50,08	65,28	14,58	19,36
V4 + V8 + VT	29,28	24,10	56,97	57,06	18,51	20,50

b1=assíntota máxima, b2=tempo para atingir metade da doença, b3=taxa de progresso da doença. Fonte: Autores.

Com base nos resultados da análise de variância do peso de mil grãos apresentados na Tabelas 3, observou-se que não houve diferença significativa entre os valores para os diferentes tratamentos aplicados, apenas diferenciando-se da testemunha. Ou seja, a época de aplicação não interferiu no peso de mil grãos. Já em relação à comparação ao peso de mil grãos para os dois híbridos estudados, houve uma diferença expressiva nos valores médios na comparação destes. Os resultados indicaram uma maior massa de mil grãos para o híbrido DKB290PRO3, em ambos os locais de estudo. Este fato pode estar relacionado às próprias características fisiológicas dos híbridos.

Em ambas as áreas experimentais, observa-se uma tendência de menor perda de produção com o aumento na sequência das aplicações de fungicidas, tendo em vista que aplicações nos estádios V4+V8 e V4+V8+VT resultaram em maior produtividade, entretanto, não diferindo da testemunha no teste estatístico.

Tabela 3. Valores médios e desvio padrão do peso de mil grãos e da produtividade de híbridos para as diferentes épocas de aplicação de azoxistrobina + mancozebe no controle de mancha branca do milho.

Híbrido	Tratamento	Marechal Cândido Rondon		Sertanópolis	
		Peso de mil grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Peso de mil grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
DKB230PRO3	Testemunha	259 ± 24	4458 ± 1351	255 ± 23	4229 ± 738
	V4	276 ± 29	4693 ± 445	274 ± 29	4764 ± 237
	V4 + V8	259 ± 23	4547 ± 458	258 ± 26	4544 ± 237
	V8	280 ± 20	5183 ± 824	278 ± 20	5027 ± 723
	V4 + V8 + VT	284 ± 15	5623 ± 736	279 ± 13	5178 ± 596
	CV (%)	9,50		12,04	
DKB290PRO3	Testemunha	288 ± 21	6345 ± 1022	291 ± 16	6020 ± 594
	V4	327 ± 19	6424 ± 1009	323 ± 18	6189 ± 595
	V4 + V8	316 ± 42	6420 ± 745	322 ± 45	6557 ± 796
	V8	282 ± 47	7197 ± 1064	280 ± 46	7120 ± 442
	V4 + V8 + VT	318 ± 11	7549 ± 713	316 ± 8	7399 ± 465
	CV (%)	9,51		9,62	

Fonte: Autores.

Para ambas as áreas experimentais houve elevada diferença de produção entre os híbridos estudados. Este fato está relacionado à própria potencialidade de produção de cada um, sendo que o DKB290PRO3 proporcionou maiores valores de produtividade. Na área experimental de Marechal Cândido Rondon, o DKB230PRO3 resultou em produtividade média de 4901 kg ha⁻¹, enquanto para o DKB290PRO3 resultou em 6787 kg ha⁻¹. Da mesma maneira em Sertanópolis, o híbrido DKB230PRO3 teve produtividade de 4749 kg ha⁻¹ enquanto DKB290PRO3 apresentou valores de 6658 kg ha⁻¹. Mesmo apresentando dados de AACPD menores, o híbrido DKB230PRO3 não apresentou dados de produtividade acima dos valores de DKB290PRO3. A menor quantidade de doença nem sempre corresponde logicamente no aumento de produtividade. Esse mesmo resultado foi observado por Alves et al. (2016), onde aplicações de fungicidas proporcionaram menores valores de AACPD, no entanto, não diferiram da testemunha sem aplicação.

4. Conclusão

Houve diferença de severidade de mancha branca e AACPD entre diferentes híbridos com os mesmos tratamentos de fungicidas. A associação de azoxistrobina + mancozebe nos estádios V8 e V4+V8+VT reduziram a severidade de mancha branca na cultura do milho. Aplicações no estágio fenológico V4 mostraram pouca ação na redução da severidade da doença, isolada ou repetida no estágio V8.

Apesar de notar incremento em rendimento e produtividade, não foram constatados aumento significativos destas variáveis com o uso de fungicidas para os híbridos DKB230PRO3 e DKB290PRO3.

Referências

Almeida, K. S., Silva, A. R., Lemos, N. M., Coutinho, W. B. G., Silva, J. M., Peixoto, C. C., Leite, M. C. & Lima, M. L. P. (2019). Temporal progression of foliar plant disease in corn hybrids. *Australasian Journal of Crop Science*, 13(11), 1731-1739. DOI: 10.21475/ajcs.19.13.11. p1458.

- Alves, V. M., Baute, N. L., Castro, R. L. A., Lemes, E. M. & Souza, F. S. (2016). Fungicidas protetores no manejo da mancha branca e efeitos na produtividade de milho. In: XXXI Congresso nacional de milho e sorgo. *Anais...* p. 787-789. Bento Gonçalves.
- Bomfeti, C. A., Meirelles, W. F., Souza-Paccola, E. A., Casela, C. R., Ferreira, A. D. S., Marriel, I. E. & Paccola-Meirelles, L. D. (2007). Avaliação de produtos químicos comerciais, in vitro e in vivo, no controle da doença foliar, mancha branca do milho, causada por *Pantoea ananatis*. *Summa Phytopathologica*, 33(1), 63-67. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-54052007000100009>.
- Casa, R. T., Reis, E. M. & Zambolim, L. (2006). Doenças do milho causadas por fungos do gênero *Stenocarpella*. *Fitopatologia Brasileira*, 31(5), 427-439. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-41582006000500001>.
- Cervelatti, E. P., Paiva, E., Meirelles, W. F., Casela, C. R., Fernandes, F. T., Teixeira, F. F. & Paccola-Meirelles, L. D. (2002). Characterization of fungal isolates from pycnidia and pseudothecia from lesions of *Phaeosphaeria* leaf spot in maize. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 1, 30-37. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v1n03p%25p>.
- Costa, R. V., Cota, L. V., Silva, D. D., Figueiredo, J. E. F., Meirelles, W. F., Casela, C. R., Lanza, F. E. & Paccola-Meirelles, L. D. (2013). *Variáveis epidemiológicas associadas à Mancha Branca do milho*. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 84, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG.
- Cota, L. V., Costa, R. V., Sabato, E. O. & Silva, D. D. (2013). *Histórico e perspectivas das doenças na cultura do milho*. Embrapa, Sete Lagoas-MG. Circular Técnica 193.
- Cota, L. V., Costa, R. V., Da Silva, D. D., Landau, E. C., Guimarães, D. P., Machado, J. R., Mendonça, L. B. P., Silva, A. F., Tardin, F. D. & Meirelles, W. F. (2018). *Monitoramento do uso de fungicidas na cultura do milho no Brasil*. Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica.
- Fernandes, F. T. & Oliveira, E. D. (2000). *Principais doenças na cultura do milho*. Embrapa-CNPMS. Circular técnica 26.
- Gonçalves, M. E. M. P., Júnior, D. G., Da Silva, A. G., Campos, H. D., Simon, G. A., De Lima Santos, C. J. & De Sousa, M. A. (2012). Viabilidade do controle químico de doenças foliares em híbridos de milho no plantio de safrinha. *Nucleus*, 9(1), 49-62. DOI: 10.3738/1982.2278.630.
- Juliatti, F. C., Appelt, C. N. S., Brito, C. H., Gomes, L. S., Brandão, A. M., Hamawaki, O. T. & Melo, B. (2004). Controle da feosféria, ferrugem comum e cercosporiose pelo uso da resistência genética, fungicidas e épocas de aplicação na cultura do milho. *Biosci. J.*, 20(3), 45-54.
- Magalhães, P. C. & Durães, F. O. M. (2016). *Fisiologia da produção de milho*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica 76.
- Mamede, M. C. & Tebaldi, N. D. (2020). Detecção de *Pantoea ananatis* em sementes de milho. *Summa Phytopathologica*, 46(1), 36-40. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/198561>.
- Paccola-Meirelles, L. D., Ferreira, A. S., Meirelles, W. F., Marriel, I. E. & Casela, C. R. (2001). Detection of a bacterium associated with a leaf spot disease of maize in Brazil. *Journal of Phytopathology*, 149, 275-279. DOI: 10.1046/j.1439-0434.2001.00614.x.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. P., Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Santa Maria, RS: UFSM, NTE.
- Pinto, N.F.J.A. (1997). Eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares do milho. *Summa Phytopathologica*, 23(3/4), 271-274.
- Ramos, J. P. (2011). *Frequência e época de aplicação de fungicidas e seus efeitos em híbridos de milho (Zea mays L.)*. 81f. Dissertação – Mestrado em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
- Rezende, W. S. (2014). *Implicações da desfolha precoce e proteção química à mancha branca na cultura do milho*. 46f. Dissertação – Mestrado em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.
- Sachs, P. J. D., Neves, C. S. V. J., Canteri, M. G. & Sachs, L. G. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha branca em milho. *Summa Phytopathologica*, 37(4), 202-204. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-54052011000400007>.
- Sawazaki, E., Dudienas, C., Paterniani, E. A. G. Z., Galvão, J. C. C., Castro, J. L. & Pereira, J. (1997). Reação de cultivares de milho a mancha de *Phaeosphaeria* no estado de São Paulo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32, 585-589.
- Shaner, G., Finney, R. E. (1977). The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology*, 67(8), 1051-1056.