

**ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE BENZIMIDAZOL NO MANEJO DE
Stenocarpella spp. EM GRÃOS DE MILHO**

por

LUCAS MENDONÇA SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

RIO VERDE - GO

2021

**ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE BENZIMIDAZOL NO MANEJO DE
Stenocarpella spp. EM GRÃOS DE MILHO**

por

LUCAS MENDONÇA SILVA

Comitê de orientação:

Orientador: Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos - IF Goiano – Polo de Inovação.

Coorientador: Me. Eng. Agr. Murilo de Farias Cerioli - Gerente de Marketing Regional -
Corteva Agrisciences

**ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE BENZIMIDAZOL NO MANEJO DE
Stenocarpella spp. EM GRÃOS DE MILHO**

por

LUCAS MENDONÇA SILVA

Orientador: _____
Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos
IF Goiano – Polo de Inovação

Examinadores: _____
Murilo de Farias Cerioli
Corteva Agrisciences

Dr. Leandro Tonello Zuffo
Corteva Agrisciences

Prof. Dr. Renato Andrade Teixeira
IF Mato Grosso – Campus Sorriso

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

SS586é Silva, Lucas Mendonça
Épocas de aplicação de benzimidazol no manejo de
Stenocarpella spp. em grãos de milho / Lucas Mendonça
Silva; orientador Leonardo de Castro Santos; co-
orientador Murilo de Farias Cerioli. -- Rio Verde,
2021.
47 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissional em
Bioenergia e Grãos (PPGBG)) -- Instituto Federal
Goiano, Campus Rio Verde, 2021.

1. podridão de diplodia. 2. sanidade vegetal. 3.
manejo químico de doenças de plantas. 4. Zea mays. I.
de Castro Santos, Leonardo , orient. II. de Farias
Cerioli, Murilo , co-orient. III. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 n°2376

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Lucas Mendonça Silva
Matrícula: 2019102331540020
Título do Trabalho: ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE BENZIMIDAZOL NO MANEJO DE *Stenocarpella* spp. EM GRÃOS DE MILHO

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 07/12/2021

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não
O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 07/12/2021.



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:


 Leonardo de Castro Santos
2021.12.07 13:46:11 -03'00'
Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 65/2021 - NREPG-RV/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE BENZIMIDAZOL NO MANEJO DE *Sternocarpella* spp. EM GRÃOS DE MILHO

Autor: Lucas Mendonça Silva
Orientador: Leonardo de Castro Santos

TITULAÇÃO: Mestre em Bioenergia e Grãos - Área de Concentração Agroenergia

APROVADA em 31 de maio de 2021.

Me. Murilo Farias Cerioli
Avaliador externo - Corteva
Agriscience do Brasil

Dr. Leandro Tonello Zuffo
Avaliador externo - Corteva
Agriscience do Brasil

Prof. Dr. Renato Andrade Teixeira
Avaliador externo - IF Mato Grosso /
Campus Sorriso

Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos
Presidente da Banca - IF Goiano /
Polo de Inovação

Documento assinado eletronicamente por:

- Murilo de Farias Cerioli, Murilo de Farias Cerioli - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500), em 31/05/2021 17:22:55.
- Leandro Tonello Zuffo, Leandro Tonello Zuffo - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500), em 31/05/2021 17:19:36.
- Renato Andrade Teixeira, Renato Andrade Teixeira - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500), em 31/05/2021 17:19:19.
- Leonardo de Castro Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 31/05/2021 17:13:17.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 26/05/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 272731
Código de Autenticação: 26954eb1bc



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 48/2021 - NREPG-RV/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
ATA Nº 38 (TRINTA E OITO)
BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos trinta e um dias do mês de maio do ano de dois mil e vinte e um, às 14h00min (quatorze horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada por videoconferência, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, de autoria de **LUCAS MENDONÇA SILVA**, discente do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da Dissertação para, em 45 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM BIOENERGIA E GRÃOS**, na área de concentração Agroenergia, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGBG da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora

Nome	Instituição	Situação no Programa
Leonardo de Castro Santos	IF Goiano - Polo de Inovação	Presidente
Renato Andrade Teixeira	IF Mato Grosso - Campus Sorriso	Membro externo
Leandro Tonello Zuffo	Corteva Agriscience do Brasil	Membro externo

Murilo Farias Cerioli	Corteva Agriscience do Brasil	Membro externo
-----------------------	-------------------------------	----------------

Documento assinado eletronicamente por:

- Murilo de Farias Cerioli, Murilo de Farias Cerioli - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500), em 31/05/2021 17:21:31.
- Leandro Tonello Zuffo, Leandro Tonello Zuffo - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500), em 31/05/2021 17:18:28.
- Renato Andrade Teixeira, Renato Andrade Teixeira - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500), em 31/05/2021 17:13:12.
- Leonardo de Castro Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 31/05/2021 17:11:46.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 26/05/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 272733

Código de Autenticação: b2cafe1d1d



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus familiares, professores e colegas de trabalho, por estarem ao meu lado durante esse percurso, colaborando e compreendendo meus anseios.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade em realizar o sonho de cursar o mestrado, e à minha família pelo apoio oferecido durante toda minha caminhada pessoal e profissional.

Agradeço especialmente ao meu ex-gestor profissional Fabricio Passini, que compreendeu a importância da oportunidade e me permitiu iniciar o mestrado, mesmo com as necessidades de viagens e escassez de tempo para conseguir conciliar as atividades acadêmicas com as diversas atividades profissionais.

Agradeço aos meus orientadores Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos – IF Goiano, e Eng. Agr. Murilo de Farias Cerioli – Corteva Agrisciences, que contribuíram para a realização deste trabalho, orientando e oferecendo os embasamentos teóricos necessários.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

(Charlie Chaplin)

ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE BENZIMIDAZOL NO MANEJO DE *Stenocarpella* spp. EM GRÃOS DE MILHO

por

LUCAS MENDONÇA SILVA

Sob orientação do Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos - IF Goiano – Polo de Inovação

RESUMO

O Brasil é o segundo maior produtor de milho do planeta, sendo esta cultura fundamental para o PIB do país. Um dos principais problemas da cultura é a elevada porcentagem de grãos ardidos apresentados por muitos híbridos, que refletem em perda de qualidade e peso dos grãos. Os patógenos associados à podridão branca da espiga do milho safrinha são *Stenocarpella* spp. Em híbridos de milho suscetíveis, causam podridões do colmo e da espiga, além de lesões foliares que podem servir como fontes de inóculo para infecções subseqüentes na base das espigas, afetando a produtividade e a sanidade do grão. Este trabalho dimensiona a contribuição da aplicação foliar do precursor de benzimidazol tiofanato metílico, associado a um fungicida composto por triazol e estrobilurina, na redução das taxas de grãos ardidos e incremento de produtividades no milho safrinha. Vários tratamentos com aplicações se diferenciaram da testemunha, justificando seus investimentos. Entretanto, no teste de Tukey ($p \leq 0,05$) não apresentaram diferenças entre eles na maioria das análises. Apesar disso, análises de benefício/custo indicam que todos os 5 tratamentos podem oferecer, em diferentes proporções, benefícios técnicos e comerciais aos agricultores, profissionais do agronegócio e à indústria química.

PALAVRAS-CHAVE: podridão de diplodia, sanidade vegetal, manejo químico de doenças de plantas, *Zea mays*.

**TIMES OF APPLICATIONS TO CONTROL *Stenocarpella* spp. IN CORN
KERNELS**

by

LUCAS MENDONÇA SILVA

Guided by Dr. Leonardo de Castro - IF Goiano – Polo de Inovação

ABSTRACT

Brazil is the second largest corn producer on the planet, and this crop is fundamental to the country's GDP. One of the main problems of the crop is the high percentage of burnt grains presented by many hybrids, which reflect in loss of quality and weight of the grains. The pathogens associated with white rot of the ear of corn are *Stenocarpella* spp. In susceptible corn hybrids, they cause stalk and ear rot, as well as leaf lesions that can serve as inoculum sources for subsequent infections at the base of the ears, affecting grain productivity and health. This work measures the contribution of foliar application of the benzimidazole methyl thiophanate, associated with a fungicide composed of triazole and strobilurin, in reducing the rates of diseased grains and increasing productivity in second season corn. The fungicides treatments differed from the control in most analyzes, justifying their investments. However, in the Tukey test ($p \leq 0.05$) there were no differences between them in most analyzes. Despite this, comparing the numerical differences to their prices, the 5 treatments can offer, in different proportions, technical and commercial benefits to agribusiness.

KEYWORDS: diplodia rot, plant health, chemical management of plant diseases, *Zea mays*.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. OBJETIVOS.....	03
2.1. Objetivo geral.....	03
2.2. Objetivos específicos.....	03
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	04
3.1. Milho (<i>ZEA MAYS L.</i>)	04
3.2. Doenças do milho.....	05
3.3. Mercado de fungicidas foliares.....	07
3.4. Grãos ardidos.....	09
3.5. Controle da doença.....	10
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4.1. Área, Insumos e Equipamentos	13
4.2. Instalação do ensaio	13
4.3. Colheita.....	15
4.4. Análise Estatística.....	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
6. CONCLUSÃO.....	42
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

1. INTRODUÇÃO

Grande parte do milho brasileiro é cultivado no período da safrinha, ou segunda safra, ou safra de inverno. Há registros de alta incidência de doenças fúngicas causadas por *Sternocarpella maydis* e *Sternocarpella macrospora* (conhecidas também como “Diplodia”), que causam perdas qualitativas e quantitativas à produção deste cereal. O fungo *S. macrospora* (Earle) Sutton [Sin. D. macrospora Earle in Bull] causa podridão do colmo e da espiga (SMITH & WHITE 1989, SHURTLEFF 1992, WHITE 1999), e também mancha foliar (PEREIRA et al., 2005) na cultura do milho (*Zea mays L.*). Sobre o fungo *S. maydis*, são encontrados registros de incidências concentradas nas espigas. Devido à oscilação das concentrações de cada espécie na doença das espigas e dos objetivos deste trabalho não dependerem da espécie, ambos os patógenos são considerados como *Stenocarpella spp.*

As doenças de espiga estão preocupando muito os produtores, pela exigência das indústrias em adquirir matéria-prima de melhor qualidade (MARIO et al. 2003). Quase toda a área cultivada com milho contempla plantio direto, onde muitos patógenos sobrevivem na palhada. Muitas dessas indústrias e “trades” que compram o milho dos agricultores e revendem a diferentes mercados (exportação, nutrição animal, etc), consideram a taxa de até 5% de grãos ardidos como aceitável. Quando é ultrapassado este índice, passam a descontar do peso da carga e conseqüentemente do pagamento do produtor. Por isso, visando obtenção de maior sanidade de plantas e grãos, muitos agricultores fazem aplicações foliares de fungicidas. Há dúvidas sobre a efetividade dessa medida para o controle de podridões de espigas e grãos ardidos em milho (OLIVEIRA et al. 2004, PEREIRA et al. 2005) e existem relatos de ausência ou baixa eficiência no controle dessas enfermidades com a aplicação de fungicidas (MAZZONI et al. 2011, SMALL et al. 2012).

Em contrapartida, também há trabalhos que associam a eficiência de fungicidas do grupo das estrobilurinas, em mistura com triazóis, na redução de grãos ardidos (JULIATTI et al., 2007,

DUARTE et al. 2009, BRITO et al. 2012). Supõe-se também que haja uma contribuição indireta das pulverizações foliares no controle da doença foliar de mesmo nome (Diplodia), uma vez que os patógenos da espiga também são encontrados nas folhas, colmos e em resíduos de safras anteriores. Com isso, a tentativa de minimizar a infecção foliar através de aplicações de fungicidas também pode refletir em redução de infecções nas espigas.

Os principais fungicidas disponíveis atualmente são dos grupos químicos das estrobilurinas, triazóis, carboxamidas, benzimidazóis, aliquilenobis, entre outros. Geralmente os fungicidas são aplicados individualmente, mas também há muitos casos em que agricultores associam 2 produtos diferentes em mistura, visando potencializar o controle das doenças em cada aplicação. Uma dessas misturas que ocorrem é de produtos com ativos dos grupos químicos triazóis e estrobilurinas, com produtos de ativos pertencentes ao grupo químico dos benzimidazóis.

Sendo assim, este trabalho analisa, no milho safrinha do Cerrado, diferentes tratamentos foliares, contendo um fungicida recém-lançado pela empresa Corteva (Approach Power, dose: 600 ml/ha), e um fungicida da empresa IHARA (Cercobin 875 WG, dose: 700 g/ha). Approach Power é composto por dois princípios ativos: o triazol ciproconazol (concentração 4%) e a estrobilurina picoxistrobina (concentração 9%). O Cercobin é composto por um único ingrediente ativo: o precursor de benzimidazol chamado tiofanato metílico (concentração 87,5%). Dessa forma, na dose testada e recomendada por bula, cada aplicação de Approach Power contém 24 g/ha de ciproconazol e 54 g/ha de Onmira Active (nome comercial da picoxistrobina da Corteva). Já o Cercobin 875 WG, na dose testada e recomendada por bula (0,7 kg/ha, contém 612,5 g/ha de tiofanato metílico).

Taxas de grãos ardidos e produtividades são as variáveis comparadas em dois híbridos diferentes. Ao mesmo tempo, também é possível conhecer melhor a performance do novo fungicida Approach Power lançado pela Corteva. Há otimismo que os resultados levem benefícios técnicos e comerciais aos agricultores, profissionais do agronegócio e às indústrias químicas envolvidas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Identificar a viabilidade técnica e financeira de diferentes combinações de tratamentos com fungicidas foliares no milho, sendo um dos defensivos composto por triazol e estrobilurina e o outro por um precursor de benzimidazol.

2.2. Objetivos específicos

Comparar os tratamentos quanto à produtividade nos dois híbridos;

Analisar os tratamentos quanto à taxa de grãos ardidos nos dois híbridos;

Identificar a possível relação entre a taxa de grãos ardidos e a produtividade dos híbridos;

Analisar a relação benefício/custo de todos os tratamentos perante as testemunhas, comparando-se os custos com os ganhos de produtividades.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Milho (*Zea mays* L.)

Grande parte do crescimento futuro da produção de alimentos será proveniente de maior produtividade. Dentre os cereais, o milho é um dos que merecem destaque. O milho é uma espécie diplóide, alógama e monocotiledônea, pertencente à família *Poacea* (*Gramineae*), gênero *Zea* e cientificamente denominado *Zea mays* L. (FANCELLI & LIMA, 1982), originado aproximadamente de sete a dez mil anos atrás na região onde hoje se localiza o México.

Uma das culturas mais importantes do Brasil é a do milho (*Zea mays* L.), esse cereal é considerado a base da alimentação animal e humana; afirma-se que o milho possui altos teores de reserva energética quando transformado em amido, é de fácil adaptação climática e apresenta uma ampla gama de cultivares, híbridos e transgênicos, com características e finalidades diversas (RIBEIRO, 2014). Possui um alto índice de produtividade, responsivo às novas tecnologias como o melhoramento genético e biotecnologia (PIERRI et al., 2016).

O fato da popularidade e importância do cultivo do milho é devido a ele ser uma fonte energética e nutricional, com custo relativamente baixo; seu valor nutricional advém tanto dos grãos (que possuem um alto teor de amido), quanto nas folhas e colmos, que são amplamente utilizados na fabricação de silagens, fornecida a animais ruminantes (ARAUJO, 2008, CRUZ et al., 2013). Junto com o trigo e o arroz, o milho é pertencente à família *Poaceae*, também conhecida como família das gramíneas, sendo um dos cereais mais consumidos e cultivados no mundo, estando o Brasil entre os cinco maiores produtores mundiais (HAAS, 2005).

A cultura do milho vem crescendo gradativamente em todo país tanto na safra normal como a fora do período denominada de segunda safra ou “milho safrinha”, isso determina a cultura do milho o ano todo. O milho "safrinha", definido como milho de sequeiro é cultivado de janeiro a abril na região centro-sul brasileira (CRUZ, 1999). Se isolarmos apenas o milho safrinha, a empresa de

pesquisa e estatística SPARK, que analisa as seguintes bases de dados: APPS / IMEA / DERAL, indica que a área de milho safrinha cultivada no ano de 2020 foi de aproximadamente 13 milhões de hectares. Na safrinha de 2021, estima-se que a área já aumentou para 14.837,7 milhões de hectares (CONAB 2021).

A alta produtividade do milho no Brasil está relacionando aos avanços da tecnologia e ao clima propício ao desenvolvimento da cultura, juntamente à sua capacidade de resistência aos estresses causados pelo ambiente (BRITO et al., 2012, FEDRIGO, 2015). A cultura fica no campo quase o ano todo, pois ocorre diversas épocas de semeadura em diferentes regiões de cultivo, tal fato propicia o surgimento de novos problemas, principalmente aqueles relacionados com a disseminação de patógenos (CARVALHO et al., 2004). As questões fitossanitárias decorrem devido aos graves problemas relacionados à morte de plântulas, podridão de raízes, caules, espigas e grãos (BONALDO et al., 2010, BARROCAS et al., 2012, ARCHANA et al., 2014).

3.2. Doenças do milho

Considera-se que o milho tolera vários tipos de estresse, de natureza biótica ou abiótica (CRUZ et al., 2013). Como causadores de estresse abiótico, ou seja, não infecciosos, temos: a temperatura, a fitotoxidez por fertilizantes, herbicidas e fungicidas, a deficiência nutricional e o estresse hídrico (JULIATTI et al., 2007, BONALDO et al., 2010); já os estresses bióticos são provocados por vírus, bactérias, nematoides, fungos, plantas parasíticas e insetos, exigindo técnicas de manejo para evitar a combinação de fatores favoráveis ao desenvolvimento dos patógenos (JULIATTI e SOUZA, 2005; ARCHANA et al., 2014).

Nos sistemas agrícolas alguns organismos apresentam estrutura de resistência às mudanças, pois aqueles adaptados e competitivos são competentes para estabelecer um nicho ecológico. A ruptura desse equilíbrio provoca a perda da estabilidade biológica do sistema, fazendo com que esses

organismos ataquem a lavoura e causem doenças, ocasionando na perda da produtividade e qualidade da lavoura (FEDRIGO, 2015). Fatores como: a ocorrência de clima favorável aliado aos sistemas de plantios e cultivos empregados, a utilização indiscriminada de cultivares vulneráveis, à ausência de rotação de culturas, a expansão da área cultivada e o nível tecnológico incorreto contribuíram para a multiplicação e preservação de inóculos de diversos patógenos, deixando a cultura do milho exposta a condições edafoclimáticas favoráveis a incidência de doenças (JULIATTI et al., 2007).

Segundo Casela et al. (2006) várias medidas são sugeridas para o manejo de doenças na cultura do milho: 1.) o plantio em época adequada, de modo a se evitar que os períodos críticos para a produção não coincidam com condições ambientais mais favoráveis ao desenvolvimento da doença; 2.) a utilização de sementes de boa qualidade e tratadas com fungicidas; 3.) a utilização da rotação com culturas não suscetíveis; 4.) o manejo adequado da lavoura – adubação, população de plantas adequada, controle de pragas e de invasoras e colheita na época correta.

As condições climáticas na época de produção e da colheita afetam a qualidade final do milho. Caso as condições climáticas não difiram daquelas para a qual a cultivar foi desenvolvida, a tendência é de que as qualidades física e sanitária do milho correspondam às expectativas baseadas nos testes de produção a que foi submetido. Caso a umidade seja maior que a prevista, pode ocorrer maior incidência de doenças e, possivelmente, grãos ardidos. Na região do Cerrado, em geral não chove na época da colheita, favorecendo a qualidade pós-colheita do milho. Em épocas e regiões mais úmidas, ou em regiões e épocas que a colheita coincide com período chuvoso, pode ocorrer maior incidência de grãos ardidos, que são causados principalmente pelos fungos presentes no campo. O produtor também deverá observar a época correta para semeadura, conforme zoneamento agrícola da região, para garantir a produção e evitar problemas na época da colheita (FONSECA, 2020).

3.3. Mercado de fungicidas foliares

As doenças foliares, podridões do colmo e de espigas apresentam importância no setor econômico, devido a intensidade e continuidade em que acontecem; a alta densidade de plantas e a época de semeadura são fatores importantes para tais ocorrências. O grande número de plantas por unidade de área limita a atividade fotossintética, influenciando na taxa de enchimento de grãos pelos fotoassimilados, deixando os grãos mais leves e frágeis, propensos à incidência de podridões (CRUZ et al., 2013, FEDRIGO, 2015). Nos últimos anos houve aumento ascendente do uso do controle químico, com a aplicação de fungicidas em lavouras de milho para a produção de grãos (KIMATI, 2011). O comportamento atual do mercado é exibido na figura 1.

FUNGICIDAS FOLIARES – MILHO INVERNO 2020

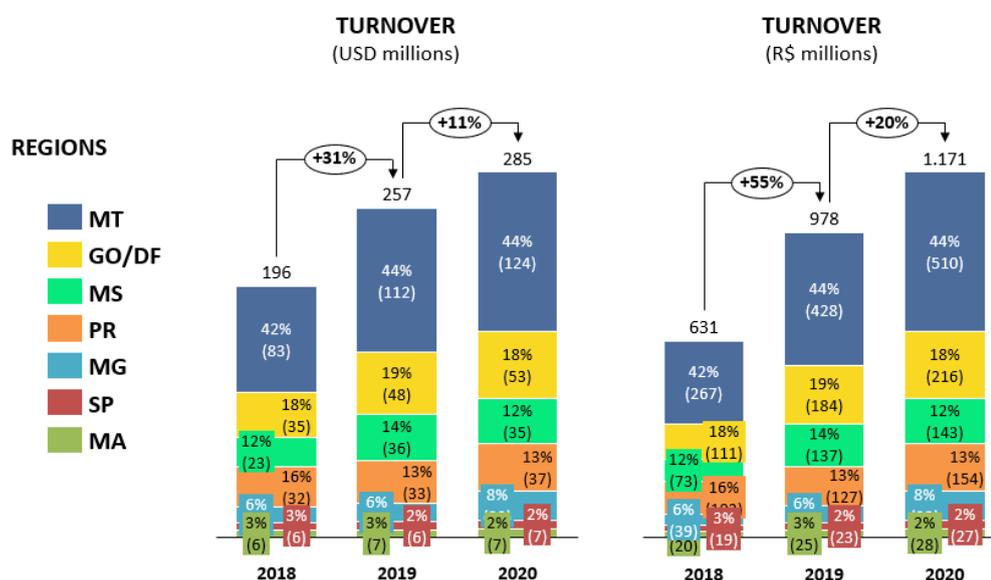


Figura 1. Mercado de fungicidas foliares no milho safrinha, de 2018 a 2020 (SPARK 2020).

Anualmente, a multinacional Corteva Agriscience investe cerca de 10% do faturamento global em pesquisa e desenvolvimento. No Brasil, a Corteva investiu US\$ 500 milhões nos últimos 10 anos, sendo grande parte em fungicidas. Para lançar uma nova molécula no mercado, dados internos da

empresa mostram que ela investe mundialmente cerca de US\$ 250 milhões. Nos 13 milhões de hectares semeados de milho safrinha em 2020 no Brasil, foram aplicados 24,85 milhões de hectares “PAT” (área tratada) de fungicidas foliares, que são calculados através da multiplicação entre a área semeada e outros fatores: taxa de adoção (99%), média de aplicações por hectare (1,7) e média de misturas de tanque (1,2 produto por aplicação) (Figura 2).

FUNGICIDAS FOLIARES – MILHO INVERNO BR 2020

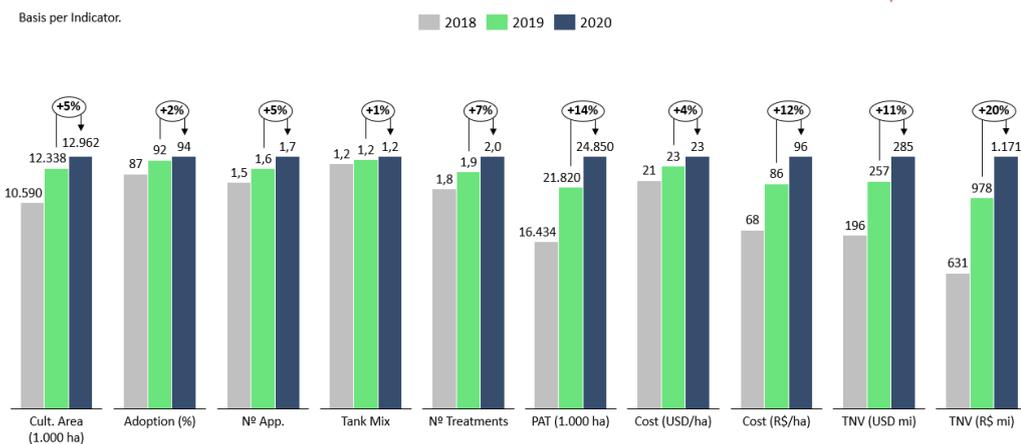


Figura 2. Dados de pulverizações de fungicidas no milho safrinha (SPARK 2020)

Esses 25 milhões de hectares de área tratada movimentaram 285 milhões de dólares em 2020. A Corteva foi responsável por 9% desse faturamento, ou seja, cerca de 25 milhões de dólares. Em área tratada, a Corteva teve 7% de participação, ou seja, cerca de 18 mil hectares PAT, e pretende crescer nesse mercado nos próximos anos. O custo médio para os agricultores tratarem cada hectare semeado com 1,7 aplicação foi de US\$23,00. Já o custo médio de cada hectare tratado com apenas 1 produto (PAT) foi de US\$11,40. Algumas coletas de preços realizadas recentemente com clientes indicam que a aplicação de Aproach Power gira em torno de US\$12,00/ha e de Cercobin 875WG em torno de US\$8,00/ha. A aplicação de ambos os produtos juntos, portanto, têm custo aproximado de US\$20,00/ha. Uma das principais doenças que as aplicações de fungicidas foliares visam minimizar é a podridão branca da espiga, que gera os grãos ardidos e grandes prejuízos financeiros aos agricultores.

3.4. Grãos ardidos

Considera-se grãos de milho ardidos quando possuem pelo menos um quarto de sua área descolorida, tendo variação na sua coloração, podendo ser: marrom, roxo e vermelho (PINTO et al., 2007). Os danos dos grãos podem ser qualitativos, ou seja, estão relacionados com a qualidade dos grãos e quantitativos, ligados com os grãos de menor peso (ALVES et al., 2012). As podridões de espiga podem ser causadas pelos patógenos presentes no colmo (JULIATTI et al., 2007). Em lugares de monocultura e plantio direto, com alto índice de chuvas desde o período de germinação até a colheita, o grau de incidência de grão ardido é elevado (FEDRIGO, 2015). Por se tratar de um fungo necrótrófico, a principal fonte de inóculo primário desse patógeno são os restos culturais infectados (ZAMBOLIM et al. 2000), estes podem permanecer no solo, principalmente em sistemas de plantio direto e em monocultivo, por um longo período (CASA et al., 2003). A intensidade da doença é resultado da quantidade de resteva infectada presente na superfície do solo.

Nos restos culturais o fungo *S. macrospora* sobrevive saprofiticamente produzindo picnídios e liberando conídios em cirros. Os conídios são transportados pelo vento e/ou respingos de chuva até os sítios de infecção (WHITE D.G 1999, CASA et al. 2004).

Os grãos ardidos em milho são o reflexo das podridões de espigas, causadas principalmente pelos fungos presentes no campo: *Diplodia maydis* (*Stenocarpela maydis*), *Diplodia macrospora* (*Stenocarpela macrospora*), *Fusarium moniliforme*, *F. subglutinans*, *F. graminearum*, *F. sporotrichioides* e *Gibberella zeae*. No campo, casualmente há produção de grãos ardidos pelos fungos *Penicillium oxalicum* e *Aspergillus flavus* e *A. parasiticus*. Os fungos *F. graminearum*, *F. sporotrichioides* e *Diplodia maydis* aparecem com mais frequência nos estados do Sul do Brasil; e *F. moniliforme*, *F. subglutinans* e *Diplodia macrospora* nas demais regiões produtoras de milho (CASELA et al., 2006; PINTO et al., 2007).

Segundo Casela et al., (2006) a prevenção contra a infecção dos grãos de milho por fungos promotores de grãos ardidos deve levar em consideração um conjunto de medidas: a) utilizar

cultivares de milho com grãos mais resistentes aos fungos dos gêneros *Fusarium* e *Diplodia*; b) realizar rotação de culturas com espécies de plantas não suscetíveis aos fungos dos gêneros *Fusarium* e *Diplodia*; c) interromper o monocultivo do milho; d) promover o controle das plantas daninhas hospedeiras de fungos do gênero *Fusarium*; e) usar sementes de alta qualidade sanitária; f) evitar altas densidades de plantio; g) utilizar cultivares de milho com espigas decumbentes; h) evitar colher espigas atacadas por insetos e pássaros; i) não colher espigas de plantas acamadas; j) não retardar a colheita; k) realizar o enterrio de restos culturais de milho infectados com fungos causadores de grãos ardidos.

O fato de *Stenocarpella* spp. infectar exclusivamente plantas de milho, não formar estrutura de repouso e apresentar conídios dispersados a curtas distâncias, são características biológicas do patógeno que permitem manejá-lo com a rotação de culturas. Contudo, no cenário onde não temos rotação, a resistência genética aliada ao controle químico torna-se altamente eficiente no controle das doenças foliares em milho. É desejável que a cultivar tenha bom empalhamento e cubra bem a ponta da espiga, pois essa característica evita dano por insetos e por fungos que propiciam a ocorrência de grãos ardidos, que tenha maior teor de ácidos fenólicos e, conseqüentemente, grãos mais duros, para dificultar o ataque de pragas durante o armazenamento (EMBRAPA, 2021).

3.5. Controle da doença

Com a importância cada vez maior que os mercados nacional e internacional dão à qualidade de grãos, mais estratégias de manejo são buscadas para que seja minimizada a taxa de grãos ardidos nas espigas. Os grãos ardidos possuem qualidade inferior, com baixo valor nutricional. Sendo assim, é desvalorizado no mercado, tendo o valor diminuído na venda (COSTA et al., 2013); a taxa máxima utilizada pela maioria dos órgãos de comercialização e cooperativas é 6% (PINTO et al., 2007) e o valor máximo para exportação é 2% (MENDES et al., 2012). A aplicação de fungicidas foliares é

uma das estratégias de controle de doenças fúngicas do milho. Mas, a carência de dados confiáveis e atualizados é um entrave para os agricultores e profissionais do ramo no manejo desta doença.

O uso de fungicidas do grupo dos triazóis tem se tornado viável economicamente, principalmente quando utilizados em mistura com estrobilurinas e benzimidazóis em sistemas de produção com uso de tecnologia, assegurando o potencial produtivo do híbrido. Fungicidas pertencentes ao grupo dos triazóis possuem ação sistêmica, inibem a síntese de esteróis, agem contra a germinação de esporos e a formação do tubo germinativo, mesmo se houver penetração do patógeno no tecido tratado, o produto inibirá o crescimento micelial no interior dos tecidos. Fungicidas do grupo das estrobilurinas apresentam como modo de ação a inibição da respiração mitocondrial de patógenos fúngicos, bloqueando a transferência de elétrons do citocromo B e o citocromo C1, pertencentes ao complexo III, prejudicando a formação de ATP (WEHRMEISTER, 2017).

Alguns estudos apontam a eficiência de fungicidas do grupo das estrobilurinas, em mistura com triazóis, na redução de grãos ardidos (Juliatti et al., 2007; Duarte et al., 2009; De Curtis et al., 2011; Brito et al., 2012); porém, outros apontam a ausência ou baixa eficiência no controle dessas enfermidades com a aplicação de fungicidas (Mazzoni et al., 2011; Small et al., 2012). Essas variações nos resultados obtidos estão relacionadas aos diferentes fungicidas disponíveis, quanto ao número de aplicações e às diferentes cultivares utilizadas. Esses resultados, portanto, são indicativos da grande inconsistência na eficiência desse método de controle sobre a incidência de grãos ardidos em milho (LANZA et al., 2016).

A indústria de defensivos também é carente de soluções para a doença da podridão branca da espiga (Fig.3). Por exemplo, no estado de Mato Grosso, maior produtor de grãos do país, a cultura é cultivada no período da “safrinha”, pós-soja, na qual o agricultor frequentemente dedica menores investimentos em relação à safra de soja. Conseqüentemente, a perda por grãos inviáveis é comum

na região. Mas, o alerta está ligado, já que o mercado comprador aumenta cada vez mais as suas exigências em qualidade de grãos.



Figura 3. Espiga com grãos ardidos (Arquivo pessoal)

Sendo assim, ao buscar estudar e aprimorar os manejos de fungicidas para a redução das taxas de grãos ardidos no milho, é coerente afirmar que os experimentos desenvolvidos neste projeto podem ter grande valia à agricultura.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área, Insumos e Equipamentos

Os experimentos foram conduzidos no Instituto Federal de Mato Grosso – Campus Campo Novo do Parecis, cujas coordenadas geográficas são: 13°40'37.01"S e 57°47'36.89"O.

Os ensaios foram instalados em dois híbridos de milho diferentes, que costumam apresentar a doença nas espigas, em diferentes intensidades. De acordo com o departamento de Fitopatologia da Corteva, empresa detentora dos híbridos, um deles tem maior suscetibilidade à *Stenocarpella* spp da espiga e também a doenças foliares em geral (30F35), e o outro suscetibilidades baixas às mesmas doenças (B2401PWU) (Corteva, dados não publicados). Essa estratégia comparativa vai de encontro à realidade de muitos agricultores, que acabam semeando diversos híbridos, os quais constantemente apresentam diferentes padrões de sanidade e de potenciais produtivos.

Nos tratamentos com fungicidas foram introduzidos os produtos Approach Power e o Cercobin 875 WG, em diferentes combinações de aplicações foliares. O produto Approach Power, cujas concentrações de princípios ativos são: 4% de ciproconazol e 9% de picoxistrobina, foi aplicado via foliar, na dose de 0,6 L ha⁻¹, sem adição de óleo, pois a formulação dispensa a utilização. O produto Cercobin 875 WG, cuja concentração do princípio ativo tiofanato metílico é de 87,5%, teve dose utilizada de 0,7 kg/ha⁻¹, também sem adição de óleo.

Em todos os tratamentos foram realizadas duas aplicações, com exceção de um (T6), no qual foram feitas três. As aplicações foram realizadas utilizando pulverizador costal pressurizado com CO₂, munido de barra com seis pontas do tipo cone vazio espaçadas em 0,5 m. A pressão utilizada foi de 4 Bar e o volume de calda de 150 L ha⁻¹.

4.2. Instalação do ensaio

A distribuição das parcelas na área foi realizada através do delineamento blocos casualizados,

com 4 repetições (Fig. 5). Cada parcela teve 6 linhas de milho espaçadas em 50 centímetros, totalizando 3 metros de largura (Fig. 6), que é a mesma dimensão da barra de pulverização costal utilizada. O comprimento de cada parcela foi de 6 metros. Portanto, cada parcela teve 18 metros quadrados. Foram realizadas 4 repetições e 6 tratamentos, totalizando 24 parcelas em cada híbrido. Sendo assim, o ensaio teve um total de 432 m² em cada híbrido.



Figura 5. Delineamento com 4 blocos ao acaso (Arquivo Pessoal).



Figura 6. Divisão dos blocos e parcelas com bandeirinhas (Arquivo Pessoal).

Com exceção da testemunha, as aplicações dos tratamentos ocorreram em até 3 momentos: estágio vegetativo com 8 folhas emitidas e abertas (V8); pré-pendoamento (VT); 15 dias após o pré-

pendoamento (VT+15). Quando as aplicações são realizadas somente em V8 e VT, por questão cultural, diz-se que o tratamento é realizado “cedo”. Quando as aplicações são realizadas em VT e VT+15, considera-se que o tratamento é realizado “tarde”.

Na tabela de demonstração do protocolo (Tabela 1), entre os tratamentos há a testemunha sem aplicações (T1) e mais cinco tratamentos aplicados: T2, T3, T4, T5 e T6.

	Descrições dos tratamentos	Triazol + Estrobilurina (A)			Benzimidazol (B)		
		V8	VT	VT+15 dias	V8	VT	VT+15 dias
T1	Testemunha						
T2	A / A / -	X	X				
T3	A+B / A+B / -	X	X		X	X	
T4	- / A / A		X	X			
T5	- / A+B / A+B		X	X		X	X
T6	A / A / A	X	X	X			

Tabela 1. Tratamentos e momentos das aplicações, representadas pela marcação “X”.

Na coluna de descrição dos tratamentos, o defensivo Aproach Power (triazol com estrobilurina) é representado pelo código “A”. O tiofanato metílico (precursor de benzimidazol) é representado pelo código “B”. As barras (/) separam os três diferentes momentos de aplicações (V8, VT e VT+15). As aplicações são representadas pela marcação “X”.

4.3. Colheita

O milho está pronto para ser colhido a partir da maturação fisiológica do grão, o que acontece no momento em que 50% das sementes na espiga apresentam uma pequena mancha preta no ponto de inserção das mesmas com o sabugo. Todavia, se não houver a necessidade de antecipação da colheita, esta deve ser iniciada quando o teor de umidade estiver na faixa entre 18-20% (EMBRAPA, 2021). Para iniciá-la, o produtor deve levar em consideração a necessidade e disponibilidade de secagem, o risco de deterioração, o gasto de energia na secagem o preço do milho na época da colheita.

Após o desenvolvimento do experimento, as aplicações dos tratamentos e as aplicações de manutenção, foram realizadas a colheitas de ambos os híbridos, com a maior parte dos grãos

amostrados entre 15 e 20% de umidade. Durante esse processo, foram colhidas as espigas de 12 plantas sequenciais, em cada uma das quatro linhas centrais das parcelas, totalizando 48 plantas por parcela. Nas plantas que apresentavam duas espigas, foi colhida apenas a maior delas. A planta que não apresentou espiga, foi desconsiderada e a contagem continuou na próxima planta.

Os pesos médios do rendimento de sementes das parcelas foram estimados com o auxílio de balança analítica com precisão por miligrama; sendo mensurada a umidade média dos grãos colhidos de cada parcela e feita a padronização para 15% de umidade (figura 7). Após esta aferição, foram registradas as produtividades médias de cada parcela em kg ha^{-1} , e depois convertidas em sacos de 60 kg ha^{-1} . Na sequência, foram calculadas as produtividades médias dos tratamentos. A determinação de produtividade de cada tratamento foi mensurada pela média das produtividades das 4 repetições.

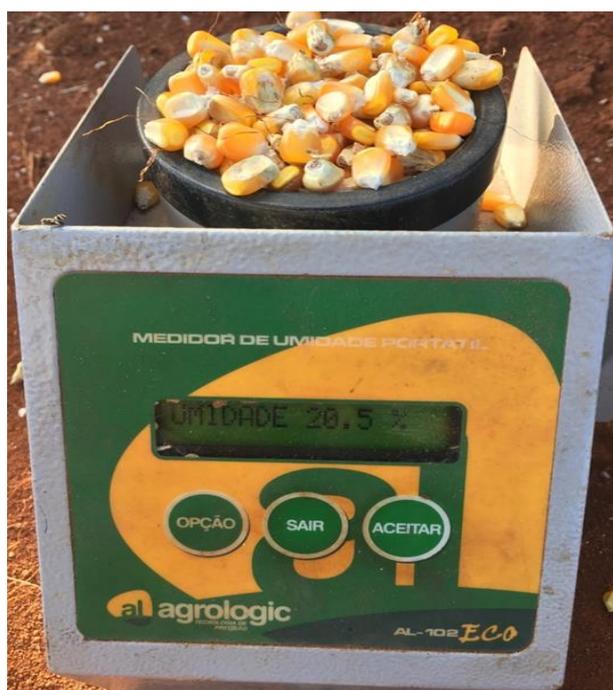


Figura 7. Análise de porcentagem de umidade de grãos de milho (Arquivo pessoal).

Após a pesagem geral das amostras e cálculos de produtividades, as amostras de cada parcela tiveram suas embalagens sacudidas para que se tornassem mais homogêneas. Em seguida, foram separados 100g da amostra de cada parcela para isolamento dos grãos ardidos. Os grãos isolados

foram pesados, e o peso foi dividido pelo peso dos 100g de grãos iniciais, obtendo-se a porcentagem em peso de grãos ardidos da parcela. Esta avaliação foi feita pelo mesmo profissional, em todas as parcelas (inclusive repetições), no mesmo dia da pesagem.

4.4. Análises estatísticas

Os dados coletados representam as produtividades e as taxas de grãos ardidos em dois híbridos. Inicialmente, foram realizados testes de normalidade Shapiro-Wilk nos resíduos da ANOVA. Os testes demonstraram que todos os conjuntos de dados (produtividades do híbrido 1, produtividades do híbrido 2, grãos ardidos do híbrido 1 e grãos ardidos do híbrido 2) apresentam distribuições normais e atendem aos pressupostos estatísticos.

No software R também foi realizado o teste t sobre beta 0, que indicou que todos os coeficientes para os conjuntos de dados são significativos. E por último foi realizado teste de homocedasticidade Barlett sobre os resíduos dos tratamentos, que indicou que há homogeneidade entre as variâncias em todos os conjuntos de dados. Dessa forma, todos os testes acima validam os modelos estatísticos adotados (ANOVA e Tukey).

Então, os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) no software R. Foram utilizados os pacotes de dados MultcompView para gerar as “letras de separações estatísticas” do teste de Tukey, e também openxlsx para integrar o R com o Excel.

Os comparativos realizados foram: 1) Tukey nas produtividades do híbrido 30F35; Tukey nas taxas de grãos ardidos do híbrido 30F35; 3) Regressão de Produtividades/Ardidos no híbrido 30F35; 4) Tukey nas médias de produtividades do híbrido B2401PWU; 5) Tukey nas taxas de grãos ardidos do híbrido B2401PWU; 6) Regressão Produtividade/Ardido no híbrido B2401PWU.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 2 e na tabela 3 encontram-se os dados coletados e utilizados para as análises e interpretações dos resultados.

Tabela 2. Dados de peso, umidade, taxa de grãos ardidos e produtividade, coletados no híbrido mais doente 30F35.

Híbrido 1		DADOS COLETADOS HÍBRIDO DO HÍBRIDO MAIS DOENTE (30F35)								
		Parcela - Repetição	Peso da amostra kg	Umidade da amostra %	Ardido da amostra %	Peso convertido umidade 15%	Produtividade com ardidos	Produtividade após desconto dos ardidos	Méd. Produtividade sc/ha	Méd. Grãos Ardidos %
T1	Testemunha	T1-R1	6,34	15,2	10,00	6,33	164,04	147,64	140,84	8,25
		T1-R2	5,825	15,4	8,00	5,80	150,41	138,38		
		T1-R3	5,89	16,1	9,00	5,83	151,02	137,43		
		T1-R4	5,77	15,5	6,00	5,74	148,84	139,91		
T2 (CEDO)	A / A / -	T3-R1	6,98	16,4	3,00	6,88	178,43	173,08	174,38	3,75
		T3-R2	7,13	16,6	4,00	7,02	181,89	174,62		
		T3-R3	7,2	15,9	4,00	7,14	184,99	177,59		
		T3-R4	6,08	15,4	4,00	6,06	179,43	172,25		
T3 (CEDO)	A+B / A+B / -	T4-R1	7,395	16,3	2,00	7,30	189,23	185,45	180,45	2,25
		T4-R2	6,93	16,8	4,00	6,81	176,43	169,38		
		T4-R3	7,465	15	1,00	7,47	193,54	191,60		
		T4-R4	6,945	15,6	2,00	6,90	178,98	175,40		
T4 (TARDE)	- / A / A	T6-R1	7,185	15,6	3,00	7,14	185,16	179,61	176,20	4,25
		T6-R2	6,815	15,4	5,00	6,79	175,98	167,18		
		T6-R3	7,27	15,5	4,00	7,23	187,54	180,04		
		T6-R4	7,255	15,4	5,00	7,23	187,34	177,97		
T5 (TARDE)	- / A+B / A+B	T7-R1	6,835	16,3	2,00	6,75	174,90	171,40	179,25	2,00
		T7-R2	7,155	16,8	3,00	7,03	182,16	176,70		
		T7-R3	7,025	16,6	2,00	6,91	179,22	175,63		
		T7-R4	7,53	15	1,00	7,53	195,22	193,27		
T6 (3 aplicações)	A / A / A	T7-R1	6,885	16,3	2,00	6,80	176,18	172,66	180,73	1,88
		T7-R2	7,205	16,8	2,50	7,08	183,43	178,85		
		T7-R3	7,075	16,6	2,00	6,96	180,49	176,88		
		T7-R4	7,58	15	1,00	7,58	196,52	194,55		

Tabela 3. Dados de peso, umidade, taxa de grãos ardidos e produtividade, coletados no híbrido menos doente B2401PWU.

Híbrido 2		DADOS COLETADOS HÍBRIDO DE MILHO B2401PWU								
		Parcela - Repetição	Peso da amostra kg	Umidade da amostra %	Ardido da amostra %	Peso convertido umidade 15%	Produtividade com ardidos	Produtividade após desconto dos ardidos	Méd. Produtividade sc/ha	Méd. Grãos Ardidos %
T1	Testemunha	T1R1	6,05	15,8	3,5	6,00	155,60	150,15	146,74	3,00
		T1R2	5,95	17,5	3	5,80	150,40	145,89		
		T1R3	6,03	17	3	5,91	153,21	148,61		
		T1R4	5,84	18,6	2,5	5,63	145,96	142,31		
T2 (CEDO)	A / A / -	T3R1	6,64	16,1	2,5	6,57	170,25	166,00	160,34	2,50
		T3R2	6,17	17,5	2	6,02	155,96	152,84		
		T3R3	6,71	16,7	3	6,60	171,01	165,88		
		T3R4	6,33	17,1	2,5	6,20	160,66	156,65		
T3 (CEDO)	A+B / A+B / -	T4R1	6,17	18,6	1	5,95	154,20	152,66	159,71	1,25
		T4R2	6,42	16,8	1	6,30	163,45	161,81		
		T4R3	6,15	15,9	2	6,09	158,01	154,85		
		T4R4	6,93	19,7	1	6,60	171,22	169,51		
T4 (TARDE)	- / A / A	T6R1	6,15	17	1	6,03	156,26	154,69	158,85	1,88
		T6R2	6,21	16,4	2,5	6,12	158,75	154,78		
		T6R3	6,51	17,9	2	6,32	163,88	160,61		
		T6R4	6,64	17	2	6,51	168,71	165,33		
T5 (TARDE)	- / A+B / A+B	T7R1	6,33	18,6	2	6,10	158,20	155,04	159,79	1,75
		T7R2	6,05	17,3	2	5,91	153,24	150,18		
		T7R3	6,69	17,4	1	6,53	169,28	167,59		
		T7R4	6,64	16,4	2	6,55	169,74	166,34		
T6 (3 aplicações)	A / A / A	T4R1	6,22	18,6	1	6,00	155,45	153,90	161,15	1,13
		T4R2	6,47	16,8	1	6,35	164,72	163,07		
		T4R3	6,2	15,9	1,5	6,14	159,29	156,90		
		T4R4	6,98	19,7	1	6,65	172,46	170,73		

Foram realizadas análises individuais de cada um dos dois híbridos testados. As variáveis analisadas foram as produtividades e as taxas de grãos ardidos em cada tratamento. O “híbrido 1” é o 30F35, apontado internamente pela Corteva como mais suscetível à *Stenocarpella* spp e a doenças foliares que o “híbrido 2” (B241PWU).

Além de todas as análises estatísticas realizadas, também é fundamental registrar as análises econômicas dos dados, estimando os custos de cada tratamento, além dos valores de comercialização dos grãos de milho. Em Campo Novo dos Parecis – MT, local de instalação deste projeto, o valor do saco de 60 kg de grãos de milho disponíveis era de US\$14,30 (IMEA, 21/05/2021). Nos custos dos tratamentos, foram ignorados os custos operacionais (óleo diesel, maquinário, mão-de-obra, etc) das aplicações, pois a incidência de pragas como cigarrinhas, pulgões, ácaros, etc, vem sendo crescente no milho safrinha, o que já vem obrigando muitos agricultores a entrarem mais vezes aplicando inseticidas na área e, quando necessário, inserindo os fungicidas nas mesmas aplicações. Sendo assim, neste trabalho específico, considera-se que os custos das aplicações de fungicidas é zero e não interferem nos resultados. Portanto, os cálculos foram realizados apenas com os custos dos produtos.

Nas coletas de preços realizadas, foi estimado um custo aproximado de US\$12,00/ha para cada aplicação de 600 ml/ha de Aproach Power e US\$8,00/ha para 700g/ha de Cercobin 875WG. Dessa forma, estima-se os custos por hectare somando todas as aplicações de cada tratamento. T1: zero; T2 e T4: US\$24,00/ha; T3 e T5: US\$40,00/ha; T6: US\$36,00/ha. As conversões dos valores monetários de cada tratamento para sacos de grãos de milho indicam: T1: zero; T2 e T4: 1,7 sc/ha; T3 e T5: 2,8 sc/ha; T6: 2,5 sc/ha.

De acordo com Lago e Nunes (2008), a aplicação de fungicida na cultura do milho tem mostrado bons resultados, com ganho de produtividade ou manutenção desta, em função do controle por parte dos fungicidas das principais doenças da cultura, dentre estas destaca-se a podridão dos grãos e das espigas. A afirmação vai de encontro à primeira análise realizada e exibida na Figura 8,

que demonstra que no híbrido 30F35 todos os tratamentos aplicados (T2, T3, T4, T5 e T6) se diferenciaram da testemunha (T1) quanto às produtividades.

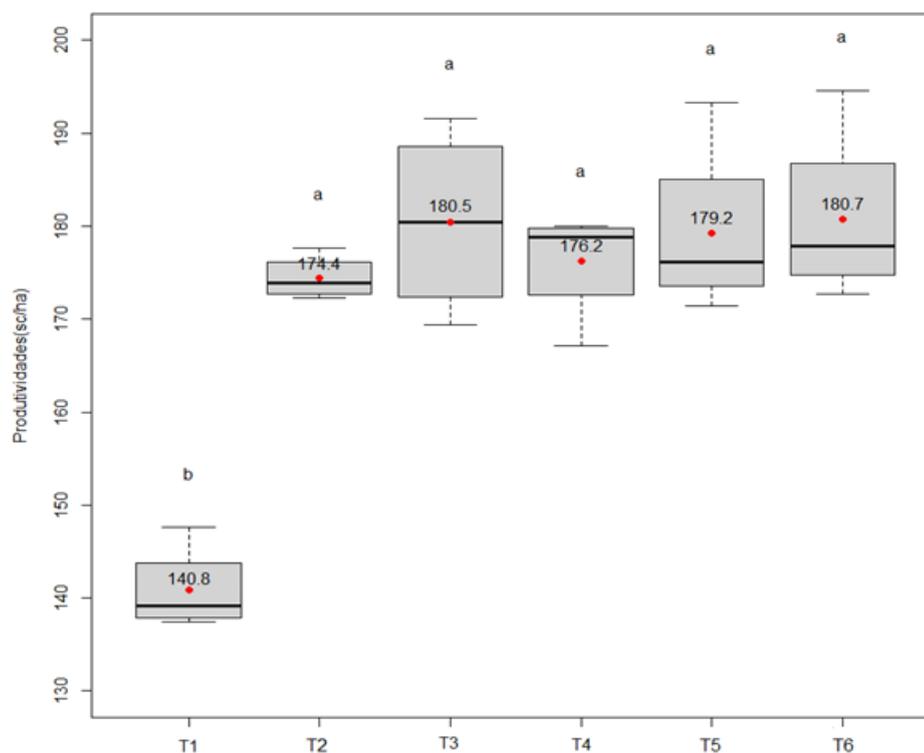


Figura 8. Produtividades (sc/ha) do Híbrido 1 (mais doente).

Apesar dos tratamentos com aplicações de fungicidas não apresentarem diferenças estatísticas entre eles no Híbrido 1, as produtividades sinalizam ótimas relações benefício/custo a favor dos tratamentos aplicados. Por exemplo: T6 produziu 180,7 sc/ha, menos o custo (2,5 sc/ha) e menos a produtividade da testemunha (140,8 scs/ha), T6 ofereceu 37,4 scs/ha de lucro em relação à testemunha e foi o tratamento mais vantajoso. Pois T3 ofereceu 36,9 sc/ha, T5 ofereceu 35,6 sc/ha, T4 ofereceu 33,7 sc/ha, e T2 ofereceu 31,9 sc/ha. Dessa forma, a ordem do melhor para o pior tratamento economicamente foi: T6-T3-T5-T4-T2-T1.

Já a análise das taxas de grãos ardidos no Híbrido 1 (Fig. 9) não diferencia os tratamentos com fungicidas estatisticamente, mas os destaca perante a testemunha. Apesar disso, a observação das médias pode chamar a atenção dos agricultores para alguns tratamentos, pois a simples diferença de 1% na média de grãos ardidos já pode se tornar importante economicamente. Nesta visão não

estatística, a ordem do melhor para o pior tratamento na redução de grãos ardidos foi: T6-T5-T3-T2-T4-T1.

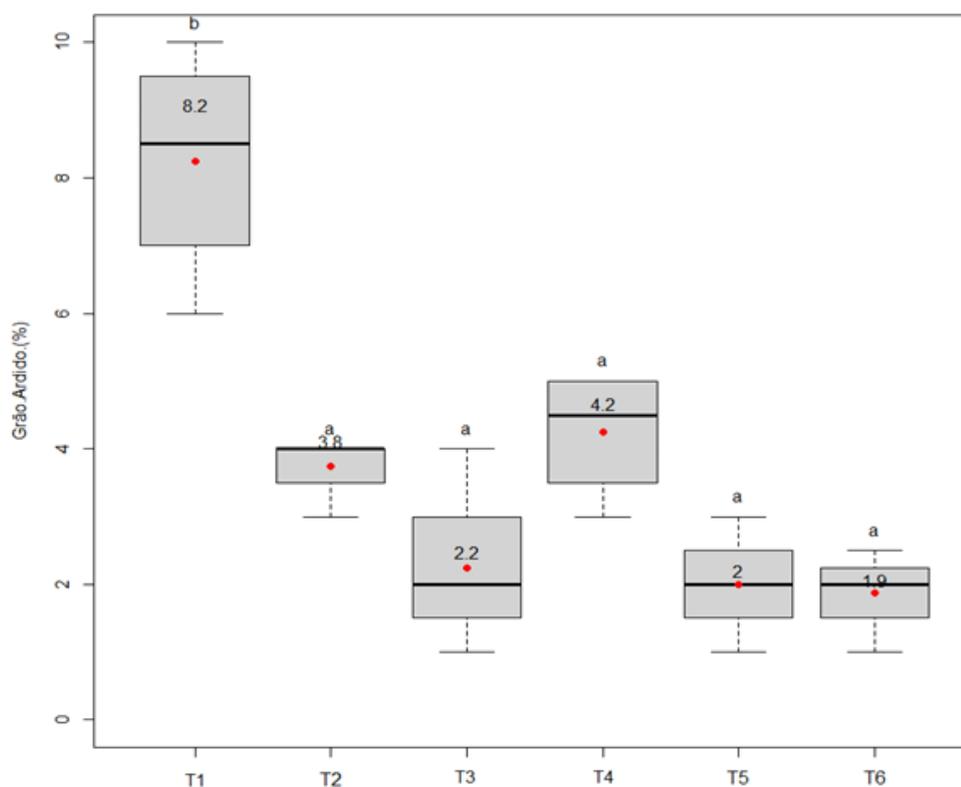


Figura 9. Taxas de grãos ardidos no Híbrido 1.

Na figura 10, a regressão linear associa os dados de produtividades e grãos ardidos no Híbrido 30F35, demonstrando alto coeficiente de explicação: $R^2=0,76$, ou seja, a taxa de grãos ardidos influencia em 76% a produtividade do Híbrido 1. Na equação da regressão ($y= -5,7x + 193,2$) percebe-se que o acréscimo de 1% na taxa de grãos ardidos reduz em média 5,7 sc/ha na produtividade, e que na ausência de grãos ardidos ($x=0$), o gráfico incidiria no eixo y em 193,2 scs/ha (potencial produtivo).

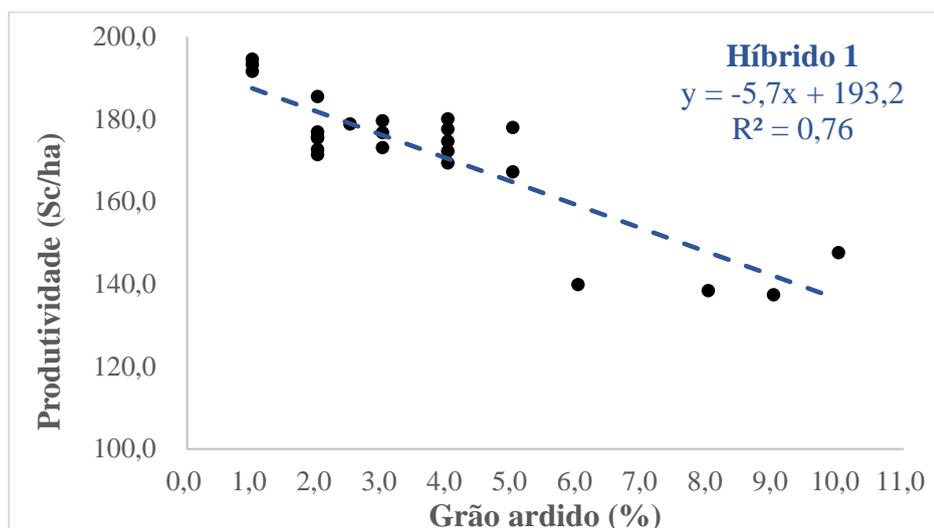


Figura 10. Regressão linear Produtividade X Grão ardido para Híbrido 1.

No híbrido 2 (B2401PWU), que tem menor suscetibilidade à *Stenocarpella* spp. Em relação ao híbrido 1, nenhum tratamento diferiu entre si quanto às produtividades, inclusive a testemunha (Fig 11). Entretanto, a nível de campo, as comparações entre custos e produtividades dos tratamentos indicam que novamente T6 foi o mais vantajoso economicamente. T6 ofereceu 12 sc/ha de lucro perante a testemunha, T2: 11,9 sc/ha, T4: 10,5 sc/ha, T5: 10,3 sc/ha, T3: 10,2 sc/ha. Dessa forma, a ordem do melhor para o pior tratamento economicamente foi: T6-T2-T4-T5-T3-T1.

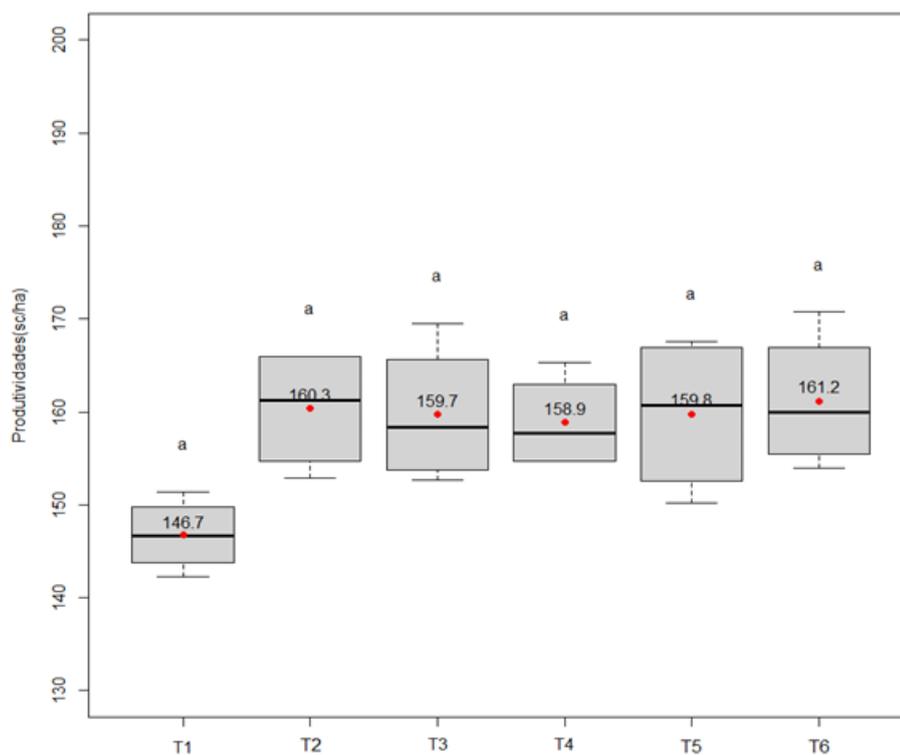


Figura 11. Produtividades (sc/ha) do Híbrido 2.

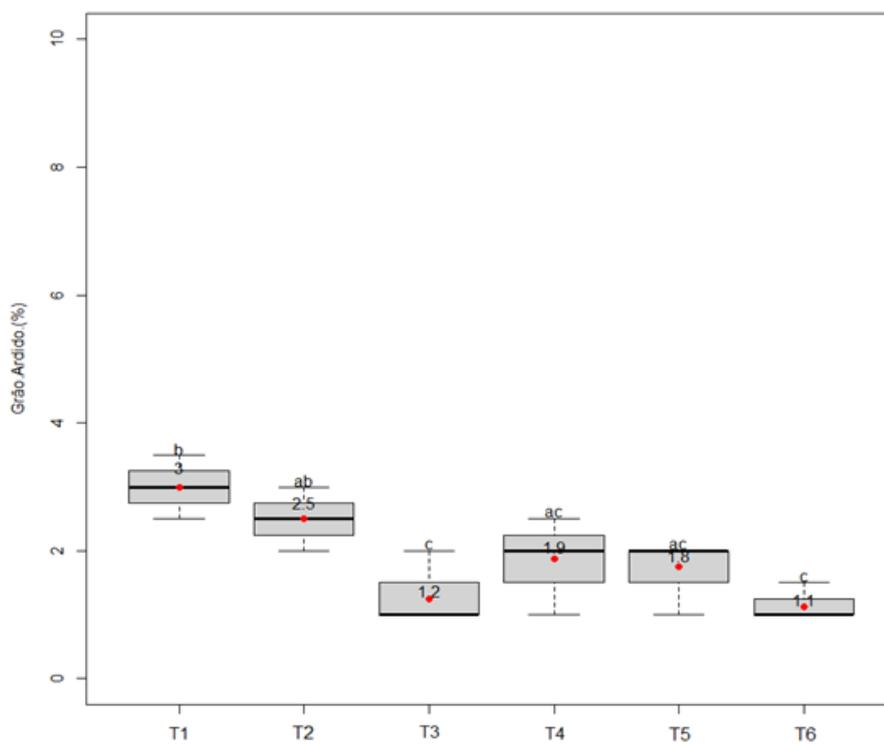


Figura 12. Taxas de grãos ardidos no Híbrido 2.

Já a análise estatística das taxas de grãos ardidos no híbrido 2 (Fig. 12) identifica diferenças entre os grupos de tratamentos, onde o melhor grupo “c” (T6,T3), diferiu estatisticamente do grupo “b” (T1). Essas análises acima mostram que no híbrido menos doente (B2401PWU) a adição de tiofanato metílico (T3 e T5) agregou tecnicamente no controle de grãos ardidos, mas não o suficiente para tornar os tratamentos mais rentáveis que T2, T4 e T6, nos quais há aplicações de Aproach Power isolado, sem adição do benzimidazol.

A regressão linear da Fig.13, que associa os dados de produtividade com os dados de grãos ardidos no Híbrido 2, demonstra coeficiente de explicação ($R^2=0,18$), ou seja, a taxa de grãos ardidos influencia 18% na produtividade do híbrido 2. A equação da regressão ($y = -4,2x + 165,9$) indica que o acréscimos de cada 1% na taxa de grãos ardidos reduz em média 4,2 sc/ha na produtividade, e que se a taxa de grãos ardidos fosse 0, o gráfico atingiria o eixo y em 165,9 scs/ha.

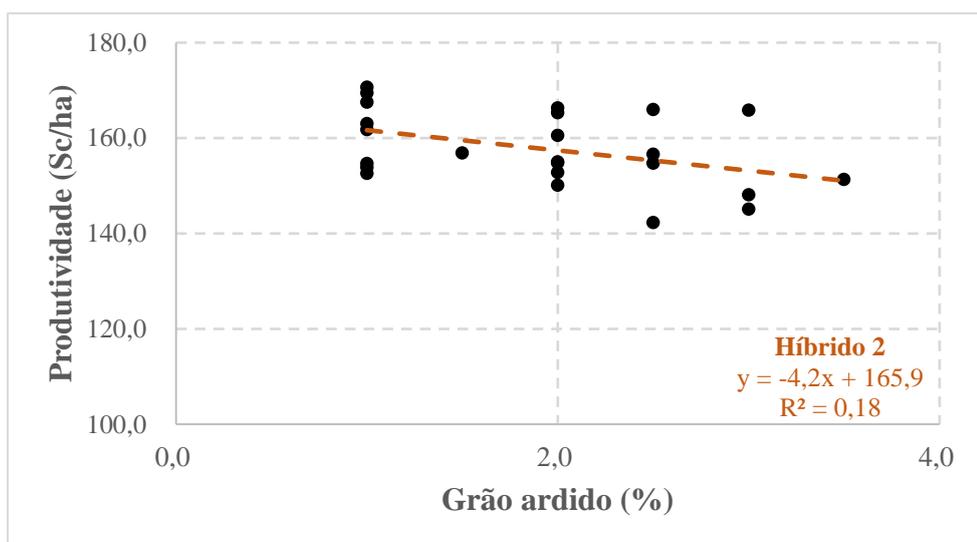


Figura 13. Regressão linear “Produtividade X Ardido” no Híbrido 2.

A regressão do híbrido 2 mostra que, mesmo no híbrido menos doente, também há relação (18%) da taxa de grãos ardidos com a produtividade. Porém, é uma relação menor que no híbrido 1 (76%).

Esses resultados apresentando algumas semelhanças ao estudo apontado por Mendes et al., (2018), que concluiu que a aplicação de fungicidas Triazol + Benzimidazol e Triazol + Estrobilurina

foi eficiente no controle de *S. macrospora* quando aplicados de forma preventiva no período vegetativo V8, sendo estes, dependentes do híbrido utilizado. A aplicação de fungicida à base de triazol com estrolurina, isolado ou em associação com estrobilurina ou benzimidazol, teve influências econômicas (nem sempre estatísticas) positivas na produtividade de grãos nos híbridos de milho utilizados. Na Fig.14, os gráficos de regressões lineares apresentaram inclinações parecidas nos dois híbridos, indicando que aumentos das taxas de grãos ardidos têm influências negativas nas produtividades.

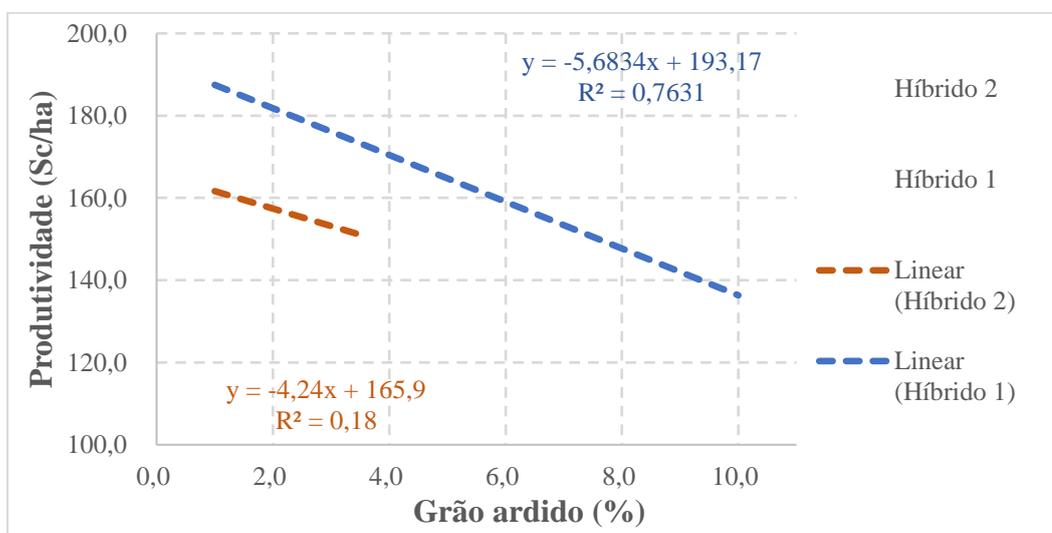


Figura 14. Regressões de Ardido X Produtividade nos Híbridos 1 e 2.

Também foram realizadas análises econômicas comparando os momentos das aplicações e também o número de aplicações. Em ambos os híbridos, os tratamentos T2 e T4 são com “2 aplicações cedo”, pois receberam aplicações somente em V8 e VT. Já T3 e T5 são com “2 aplicações tardes”, pois receberam aplicações somente em VT e VT+15 dias. Somente o T6 envolve “3 aplicações”, as quais tem apenas o produto à base de triazol e estrobilurina aplicado sozinho em 3 momentos (V8, VT e VT+15 dias). Na maioria das análises não foram identificadas diferenças quanto aos momentos de aplicações “Cedo” (V8 e VT) e “Tarde” (VT e VT+15), pois T2 não diferiu de T4, e T3 não diferiu de T5.

Tanto nas análises de produtividades, quanto nas de grãos ardidos, as diferenças estatísticas mais significativas ocorreram da testemunha para os tratamentos aplicados, e não entre os tratamentos aplicados. Porém, observando-se nos 2 híbridos os valores absolutos de todos os tratamentos com apenas 2 aplicações, são nítidas as semelhanças entre os momentos de aplicações “Cedo” e “Tarde”, tanto para a variável produtividade, quanto para a variável grãos ardidos. Um trabalho de controle de doenças foliares relatado por Dysarz (2015), também mostra que a produtividade de grãos não foi influenciada pela época de aplicação dos fungicidas.

As análises em geral do projeto indicam a importância das aplicações de fungicidas foliares na redução da incidência de grãos ardidos. Os resultados também corroboram os obtidos por Juliatti et al. (2007), segundo os quais a aplicação de fungicidas triazóis e estrobirulinas (piraclostrobin + epoxiconazole, azoxystrobin + cyproconazole e azoxystrobin), por via foliar, resultou em uma menor incidência de grãos ardidos no milho. Os experimentos de Brito et al. (2012) também apontam diferenças nesse aspecto, pois na média, houve redução de 2,6% na incidência de grãos ardidos, quando realizada a aplicação do fungicida. Isso evidencia que o uso de fungicida na cultura do milho possibilita redução na incidência de grãos ardidos. O uso do fungicida (azoxystrobina + cyproconazole) também foi relatado por Brito et al. (2008), que avaliaram diferentes híbridos cultivados em condições de alta pressão de doenças, com e sem aplicação do fungicida. O autor concluiu que a aplicação do fungicida via foliar possibilitou a redução da incidência de grãos ardidos em 5,12%, além de um aumento na produtividade líquida em 12,4%.

Entretanto, também há publicações divergentes, como Lanza et al. 2016, que concluiu que a incidência de grãos ardidos e de fungos fitopatogênicos, assim como os teores de fumonisinas totais em grãos de milho não é influenciada pela aplicação de fungicidas, independentemente do número de aplicações e do ciclo da cultura. Porém, o número de publicações encontradas na literatura com resultados positivos para as aplicações de fungicidas é maior, fortalecendo os resultados do presente trabalho.

Os cálculos das relações produtividade/custo dos tratamentos demonstram que T6 (3 aplicações de triazol com estrobilurina) apresentou os melhores resultados técnicos e econômicos em geral. A eficácia dos fungicidas formulados a partir da mistura das estrobilurinas com triazóis em reduzir a incidência de grãos ardidos na cultura do milho foram relatadas por Duarte et al. (2009), que avaliando a eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho, constataram eficiência na redução da incidência de grãos ardidos, quando aplicou-se via foliar o fungicida azoxistrobina + ciproconazol, destacou a eficácia dos fungicidas formulados a partir da mistura dos princípios ativos dos grupos químicos estrobilurinas e triazóis.

6. CONCLUSÕES

No híbrido mais suscetível, todos os tratamentos com fungicidas (T2,T3,T4,T5,T6) diferiram estatisticamente da testemunha na produtividade e na taxa de grãos ardidos, mas não diferiram entre eles. Todos também apresentaram viabilidades econômicas perante a testemunha.

No híbrido menos suscetível, houveram diferenças estatísticas entre os tratamentos nas taxas de grãos ardidos, mas que não refletiram em diferenças estatísticas de produtividades. Porém, nas análises econômicas, todos também apresentaram viabilidade perante a testemunha.

O Approach Power (triazol e estrobilurina), mesmo quando aplicado 2 vezes sozinho (T2 e T4), apresentou viabilidade técnica e econômica perante as testemunhas nos dois híbridos. T3 e T5, que configuraram 2 aplicações de Approach Power com adição de Cercobin 875WG (precursor de benzimidazol), mostraram incrementos técnicos na redução da taxa de grãos ardidos, mas só se justificaram economicamente perante T2 e T4 no híbrido mais suscetível (30F35). No híbrido menos suscetível a adição do tiofanato não se justificou economicamente.

T6, único tratamento com 3 aplicações, também não diferiu estatisticamente nos 2 híbridos em produtividades para os demais tratamentos aplicados (T2,T3,T4,T5). Já nas análises econômicas, foi o tratamento com melhor relação benefício/custo. Isso indicou que, ao invés da mistura de 2 produtos e da realização de poucas aplicações, foi mais importante aumentar o número de aplicações com produtos isolados, visando proteger um maior período do ciclo da cultura.

Não houveram diferenças técnicas e econômicas dos tratamentos com aplicações “Cedo” em V8 e VT (T2 e T4), para os tratamentos com aplicações “Tarde” em VT e VT + 15 dias (T3 e T5), o que reforça que é importante aplicar nos 3 momentos: V8, VT e VT + 15 dias.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o lançamento do Aproach Power pela Corteva e os resultados positivos citados acima, as informações geradas por este trabalho alimentam expectativas da empresa por crescimento da área aplicada no milho safrinha com o produto. As aplicações podem ser associadas a benzimidazóis ou multissítios. Por exemplo, um possível crescimento com Aproach Power de 7 para 8% na área aplicada seria um acréscimo de 250.000 hectares aplicados a mais com o fungicida Corteva no milho safrinha . Considerando o valor aproximado de USD 12,00/ha para a aplicação de Aproach Power, o faturamento anual aumentaria em 3 milhões de dólares.

Dessa forma, o desenvolvimento e os resultados deste projeto permitem a transmissão de confiança aos profissionais do agronegócio na comercialização e recomendação dos tratamentos analisados, visando redução das doenças foliares e principalmente da taxa de grãos ardidos no milho. Além disso, também proporciona incrementos de produtividades, que auxiliam na rentabilidade dos agricultores e no crescimento do PIB do país.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, E.N.T.D.; Verdolin, A.L.G.; Costa, R.V.da.; Cota, L.V.; Silva, D.D.da.; Silva, O.A.da. 2012. Alternativas de Controle para Redução de Grãos Ardidos na Cultura do Milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2012, Águas de Lindóia, 26 a 30 de Agosto de 2012.

Araujo, C. 2008. Milho pode aumentar sua presença na alimentação humana. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18030277/milho-pode-aumentar-sua-presenca-na-alimentacao-humana>>. Acesso em: 01 out. 2020.

Archana, B.; Kini, K.R.; Prakash, H.S. 2014. Genetic diversity and population structure among isolates of the brown spot fungus, *Bipolaris oryzae*, as revealed by inter-simple sequence repeats (ISSR). **African Journal of Biotechnology**, Victoria Island, v.13, p.238-244.

Barrocas, E.N.; Machado, J.da C.; Almeida, M.F. Botelho, L.S.; Von Pinho, E.V.R. 2012. Sensibility of the PCR technique in the detection of *Stenocarpella* sp. Associated with maize seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v.34, n.2, p.218-224, 2012.

Bonaldo, S.M.; Paula, D.L.; Carré-Missio, V. 2010. Avaliação da aplicação de fungicida em milho “safrinha” no município de Boa Esperança – Paraná. *Campo Digital*, Campo Mourão, v.5, n.1, p.1-7.

Brito, A. H.; Pinho, R. G. Von; Souza Filho, A. X.; Altoé, T. F. 2008. Avaliação da severidade da Cercosporiose e rendimento de grãos em híbridos comerciais de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 7, n. 1, p. 19-31, 2008.

Brito, A.H., J.L. de A.R., Pereira, R.G. Von Pinho & M. Balestre. 2012. Controle químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho (*Zea mays* L.). *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 11:49-59. 2012.

Canal Rural, 2019. Milho: produção e área diminuem na safra 2019/2020. <<https://canalrural.uol.com.br/noticias/agricultura/milho/milho-producao-e-area-diminuem-na-safra-2019-2020-diz-consultoria/>> Acesso em: 25/11/2019

Carvalho, M.C.; Machado, J.C.; Von Pinho, R.E.V.; Pozza, E.A.; Prado, P.E.R. 2004. Relação do tamanho das sementes de milho e doses de fungicida no controle de *Stenocarpella maydis*. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.29, p.389-393, 2004.

Casa, R.T., E.M. Reis & L. Zambolim. 2003. Decomposição dos restos culturais do milho e sobrevivência saprofítica de *Stenocarpella macrospora* e *Stenocarpella maydis*. *Fitopatologia Brasileira*, Fortaleza, 28:355-361.

Casa, R.T., E.M. Reis & L. Zambolim. 2004. Dispersão vertical e horizontal de conídios de *Stenocarpella macrospora* e *Stenocarpella maydis*. *Fitopatologia Brasileira* 29:141-147.

Casela, C.R., Ferreira, A.S., Pinto, N.F.J.A. 2006. Doenças na Cultura do Milho. Circular Técnica 83. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. EMBRAPA, Sete Lagoas,

MG

Dezembro, 2006.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento (Org.). 2018. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. Boletim da Safra de Grãos, Brasília, v. 5, n. 4, p.1-122, mar. 2018.

Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos/boletim-da-safra-degraos/item/download/12568_90833562417b6fb0225db3d1a5fc19a1>. Acesso em: 01 out. 2020.

Costa, D.M.; Machado, L.C.; Bittencourt, F.; Pereira, L.C. 2013. Qualidade do milho para nutrição animal comercializado a varejo e métodos para determinação da umidade. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v.5, n.2, p.25-34.

Cruz, I. 1999. Manejo de Pragas da cultura de milho. In: Seminário sobre a cultura do milho safrinha, 5. 1999, Barretos, SP. Curso para agricultores. Barretos: Instituto Agrônomo. p. 27- 56

Cruz, I.; Valicente, F.H.; Viana, P.A.; Mendes, S.M. 2013. Risco Potencial das Pragas de Milho e de Sorgo no Brasil. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 40 p. (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 150).

De Curtis, F.; De Cicco, V.; Haidukowski, M.; Pascale, M.; Somma, S.; Moretti, A. 2011. Effects of agrochemical treatments on the occurrence of Fusarium ear rot and fumonisin contamination of maize in Southern Italy. *Field Crops Research*, v.123, p.161-169. DOI: 10.1016/j.fcr.2011.05.012

Duarte, R.P., F.C. Juliatti, B.V. Lucas & P.T. de Freitas. 2009. Comportamento de diferentes genótipos de milho com aplicação foliar de fungicidas quanto à incidência de fungos causadores de grãos ardidos. *Bioscience Journal*, 25:112-122. 2009.

Duarte, R. P.; Juliatti, F. C.; Freitas, P. T. 2009. Eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho. *Bioscience Journal*, v.25, n.4, p.101-111, 2009.

Dysarz Anderson. 2015. Efeito de fungicidas aplicados em diferentes épocas sobre a cultura do milho. Universidade Federal Da Fronteira Sul. Câmpus Erechim. Trabalho de conclusão de curso Agronomia 2015. 23p.

EMBRAPA. 2020/2021. Cultivo do Milho. Disponível em <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=1316> Acesso em 05/02/2021.

Fancelli, A.L. & U.A. Lima. 1982. Milho: Produção, pré-processamento e transformação Agroindustrial. Série Extensão Agroindustrial 5. Coordenadoria da Indústria e Comércio-Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do estado de São Paulo, São Paulo, 112p. 1982.

Fedriago, Katiane. 2015. Levantamento de fungos causadores de podridão de espiga em milho e variabilidade genética em *Stenocarpella maydis*. Dissertação (mestrado) -

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Guarapuava, 2015.

Fonseca, M.J.O. 2020. Árvore do conhecimento do milho: secagem e armazenamento. EMBRAPA, 2020.

Haas, I.C.R. 2005. Gramíneas forrageiras como potenciais hospedeiros alternativos para o fitoplasma do enfezamento vermelho do milho. ESALQ/USP. Piracicaba, 2005.

IMEA, 2020/2021. Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária. Milho – Indicadores. Disponível em < <http://www.imea.com.br/imea-site/indicador-milho>> Acesso em: 25/11/2020 e 21/05/2021.

Juliatti, F.C.; Souza, R.M. 2005. Efeitos de épocas de plantio na severidade de doenças foliares e produtividade de híbridos de milho. Bioscience Journal, Uberlândia, v.21, n.1, p.103-112, 2005.

Juliatti, F.C., J.L.M.F. Zuza, P.P. De Souza & Polizel, A.C. 2007. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. Bioscience Journal, 23:34-41. 2007.

Kimati, H. 2011. Controle químico. In: Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Bergamin Filho, A. (Ed.). Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. v.1, 704p.

Lago, L.F.; Nunes, J. 2008. Avaliação da produtividade de milho em relação à aplicação de fungicidas em diferentes estádios. Revista Cultivando o Saber, Cascavel, v. 1, n. 1, p.17-23, 2008.

Lanza, F.E., Zamboli, L., Costa, R.V., Silva, D.D., Queiroz, V.A.V.; Parreira, D.F., Mendes, S.M., Souza, A.G.C., Cota, L.V. 2016. Aplicação foliar de fungicidas e incidência de grãos ardidos e fumonisinas totais em milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 51, n. 5, p. 638-646, maio 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000500026.

Mario, J.L., E.M Reis & E.R. Bonato. 2003. Reação de híbridos de milho inoculados, em espigas, com *Diplodia maydis*. Fitopatologia Brasileira, 28:155-158.

Mazzoni, E., A. Scandolara, P. Giorni, A. Pietri & P. Battilani. 2011. Field control of Fusarium ear rot, *Ostrinia nubilalis* (Hübner), and fumonisins in maize kernels. Pest Management Science, DOI: 10.1002/ps.2084, 67:458-465.

Mendes, M.C.; Von Pinho, R.G.; Von Pinho, E.V.R.; Faria, M.V. 2012. Comportamento de híbridos de milho inoculados com os fungos causadores do complexo grãos ardidos e associação com parâmetros químicos e bioquímicos. Ambiência, Guarapuava, v.8, n.2, p.275-292, 2012.

Oliveira, E., F.T. Fernandes, F.T., C.R. Casela, N.F.J.A. Pinto & A.S. Ferreira. 2004. Diagnose e controle de doenças na cultura do milho. In: Galvão, J.C.C. & G.V. Miranda. (Ed.). Tecnologias de produção do milho. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.227-

267. 2004.

Pereira, O.A.P., R.V. Carvalho & L.E.A. Camargo. 2005. Doenças do milho. In: Kimati, H., L. Amorim, J.A.M. Rezende, A. Bergamin Filho & L.E.A. Camargo, (Ed.). Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2:666. 2005.

Pinto, N.F.J. de A.; Vargas, E.A.; Preis, R.De A. 2007. Qualidade sanitária e produção de fumonisina B1 em grãos de milho na fase de pré-colheita. Summa Phytopathologica, Botucatu, v.33, n.3, p.304-306, 2007.

Ribeiro, S. S. 2014. CULTURA DO MILHO NO BRASIL. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXIV, Nº. 000049, 05/03/2014. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/cultura-do-milho-no-brasil>. Acesso em: 01/10/2020.

Shurtleff, M.C. 1992. Compendium of corn diseases. American Phytopathological Society. APS Press. Minnesota, USA, 105p. 1992.

Small, I.M., B.C. Flett, W.F.O. Marasas, A. Mcleod & A. Viljoen. 2012. Use of resistance elicitors to reduce Fusarium ear rot and fumonisin accumulation in maize. Crop Protection, DOI: 10.1016/j.cropro.2012.05.016, 41:10-16

Smith, D.R. & D.G White. 1989. Disease of corn. In: Sprague, G.F. & Y.W. Dudley. Corn and Corn Improvement. 3.ed. (Agronomy Monograph, 18), p 687-766. 1989.

Spark, 2020. Disponível em: < <http://spark-ie.com.br/?lang=en> >. Acesso em 20/05/2021.

Wehrmeister, R. 2017. Avaliação de fungicidas no manejo da mancha de Phaeosphaeria e incidência de micotoxinas em milho safrinha. Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2017.

White, D.G. 1999. Compendium of corn diseases. Third edition. American Phytopathological Society. APS Press. Minnesota, USA. 1999.

Zamboli, L., R.T. Casa & E.M. Reis. 2000. Sistema plantio direto e doenças em plantas. Fitopatologia Brasileira, Fortaleza, 25:585-595. 2000.