



LUIZ FLÁVIO MACHADO GÓES

**MANEJO DA MANCHA BRANCA,
HELMINTOSPORIOSE E FUSARIOSE DO MILHO COM
PRODUTOS BIOLÓGICOS, FUNGICIDAS E
FERTILIZANTES**

LAVRAS – MG

2021

LUIZ FLÁVIO MACHADO GOES

**MANEJO DA MANCHA BRANCA,
HELMINTOSPORIOSE E FUSARIOSE DO MILHO COM
PRODUTOS BIOLÓGICOS, FUNGICIDAS E
FERTILIZANTES**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do
Curso de Agronomia, para a
obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros

Orientador

Dr^a. Kize Alves Almeida

Co-orientadora

LAVRAS – MG

2021

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas bênçãos, e proporcionar a toda minha família e amigos saúde e por permitir que o sonho de se formar na Universidade Federal de Lavras se tornasse realidade.

Aos meus pais Jackson Gardner Góes e Sueli Aparecida Machado, a minha irmã Letícia Machado Góes, meu irmão Luiz Eduardo Machado Góes e todos meus outros familiares que sempre acreditaram em mim e me deram forças para eu nunca desistir dos meus sonhos e correr atrás.

À Universidade Federal de Lavras por todo suporte que me deu durante todo o curso, ao meu orientador Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros e Co orientadora Kize Alves Almeida por todos ensinamentos que compartilharam comigo, que me fez desenvolver muito meu lado pessoal e profissional.

À República Arame Farpado que é minha segunda família, onde aprendi muito. Ao Grupo de Controle Biológico (GC-Bio) que foi muito importante para meu desenvolvimento profissional na universidade.

Aos meus amigos que me acompanharam desde o início da graduação, Matheus Paiva Castro Santos, João Luiz Martins Santarosa, Ítalo Ribeiro Lemes, Pedro Garcia Ferrão Palma de Figueiredo, João Antônio Cruvinel de Paula, Gonçalo Gabriel Ramos, Marina de Oliveira Salvádo, Lenara da Silva Oliveira, Artur Bianchini Salomão, Bruno Sacco Nogueira, Lenara da Silva Oliveira, Vítor Brando, pela amizade todos esses anos e que sempre me ajudaram nos momentos difíceis.

MUITO OBRIGADO!!!

RESUMO

Ao longo dos anos o desenvolvimento de técnicas como, melhoramento genético, plantio direto, melhorias na fertilidade do solo, manejo integrado de pragas e zoneamento agrícola de risco climático propiciaram melhorias nos atributos referentes a produtividade do milho. Entretanto, com o aumento dos monocultivos a incidência e severidade das doenças também aumentaram. Assim surgiu a necessidade de produtos eficientes e sustentáveis para o controle de doenças. Assim, o objetivo desse trabalho foi testar a combinação de produtos biológicos, micronutrientes e fungicidas em dois estágios fenológicos do milho para o manejo de doenças. Para isso, um experimento no campo foi realizado na cidade de Cristais, MG. Os tratamentos foram constituídos de diferentes combinações de BIO-IMUNE (0,5 L/ha), BIOUFLA (0,5 L/ha), METIS NUTRI (0,5 L/ha) e PRIORI XTRA® (0,15 L/ha) nos estágios fenológicos V8 e VT. O delineamento foi em blocos casualizado com quatro repetições. A parcela experimental foi, por sua vez, constituída de 18 m² composta por seis linhas com espaçamento de 0,5 m. Foram realizadas cinco avaliações da severidade da Mancha-branca (*Pantoea ananatis*) e Helminthosporiose (*Exserohilum turcicum*), a cada sete dias, utilizando a escala diagramática proposta por Capucho et al., (2010) e Vieira (2010) respectivamente. Após a colheita foi feito o teste de Blotter para avaliar a incidência de *Fusarium verticillioides*. Em relação aos dados de AACPD da mancha branca e helmintosporiose, assim também como a incidência de *F. verticillioides* em grãos de milho, produtividade e peso de mil grãos (PMG) não foram observadas diferenças significativas dos tratamentos em relação à testemunha ($p>0,05$). Portanto mais estudos com maior numero de aplicações devem ser realizados.

Palavras Chaves: Controle biológico, *Zea mays*, resistência, produtividade.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 A cultura do milho	9
2.2 Doenças que acometem a cultura do milho.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Mancha branca	10
2.2.2 Helmintosporiose	11
2.3 Medidas de controle.....	11
2.3.1 Controle genético	11
2.3.2 Controle químico	12
2.3.3 Controle biológico	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Caracterização da área experimental	14
3.2 Delineamento experimentais e tratamentos.....	14
3.3 Tratos culturais.....	15
3.4 Área Abaixo da Curva de Progresso (AACP)	15
3.5 Incidência de <i>Fusarium verticillioides</i>	16
3.5 Análises estatísticas.....	17
4. RESULTADOS	17
5. DISCUSSÃO	20
6. CONCLUSÕES.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

1. INTRODUÇÃO

Com origem nas Américas, o milho (*Zea mays*) é uma das plantas mais antigas da humanidade e hoje em volume o cereal mais cultivado no mundo, sendo explorado de várias maneiras, assim apresentando grande valor socioeconômico. Está presente constantemente na alimentação humana e animal, diretamente ou por meio de vários derivados em consequência de sua qualidade o consumo aumenta a cada ano (SANTOS et al., 2002).

Ao longo dos anos o desenvolvimento de técnicas como, melhoramento genético, plantio direto, melhorias na fertilidade do solo, manejo integrado de pragas e zoneamento agrícola de risco climático propiciaram melhorias nos atributos referentes a produtividade, principalmente na segunda safra, época na qual aumentam os desafios no campo devido as condições ambientais. Porém, concomitantemente a intensificação dos cultivos na segunda safra, ocorreram maiores incidências e severidades das doenças, devido a fatores como, plantas suscetíveis, climas favoráveis a explosão de doenças e práticas inadequadas (Fernandes & Oliveira, 1997). Entre as várias doenças foliares que causam prejuízos nos cultivos de milho destaca-se a mancha branca, complexo composto pelos agentes etiológicos *Phaeosphaeria maydis*, *Phoma* spp., *Sporomiella* spp. e a bactéria *Pantoea ananatis* (Silva, 1997), muito comum na segunda safra, devido as condições climáticas ideais como: temperaturas amenas e aumento da umidade relativa do ar, que contribuem para o desenvolvimento das doenças e as helmintosporioses (*Exserohilum turcicum*, *Bipolaris maydis*) (Grigolli, 2017).

Existem diversas formas de realizar o controle de doenças. No qual, o uso de fungicidas tem sido o método de controle mais utilizado para combater as doenças foliares da cultura do milho (Cota et al., 2018). Porém, o controle biológico tem ganhado destaque no controle de doenças, devido a busca constante por métodos que sejam menos prejudiciais ao homem e meio ambiente. Este consiste na utilização de micro-organismos biocontroladores que conseguem reduzir a capacidade do patógeno em causar doença (Bettioli & Ghini, 2009). Para algumas doenças, a associação de fungicidas químicos e agentes de controle biológico podem apresentar benefícios como o manejo de resistência das populações patogênicas, redução da quantidade de defensivos utilizados e redução dos impactos ambientais.

Desta forma, o objetivo deste ensaio foi avaliar a eficiência, praticabilidade agronômica e seletividade dos fungicidas microbiológicos: BIO-IMUNE® (*Bacillus subtilis* BV02) e BIOUFLA (*Bacillus subtilis* BV26), isolados ou combinados entre si ou ao fertilizante METIS NUTRI® e ao fungicida PRIORI XTRA® no controle de doenças foliares como a mancha branca e helmintosporiose na cultura do milho (*Zea mays*).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais grãos produzidos no Brasil. É uma planta pertencente à família Poaceae. Devido as diversas formas de utilização, o milho é um dos cereais com maior valor econômico no mundo. Por apresentar baixo custo é considerado um alimento essencial na alimentação de pessoas de baixa renda, sendo a principal fonte de carboidrato (Fornasieri Filho, 2007).

As formas de utilização dessa *comodity* são influenciadas de acordo com a qualidade dos grãos. Segundo a instrução normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) nº 60, de 22 de dezembro de 2011, estabelece alguns modelos, nos quais classifica os grãos de milho em diferentes tipos. Essa especificação leva em consideração os defeitos presentes na amostragem do lote, esses defeitos podem ser, os grãos chochos, ardidos, mofados, germinados, quebrados e demais impurezas (Gloria & Domingues, 2015).

O cultivo de milho vem ganhando cada vez mais destaque no Brasil. Segundo relatório do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), os três maiores países produtores desse grão são: Estados Unidos, China e Brasil (USDA, 2020). De acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), estima-se uma produção na safra 2020/21 de 108.068,7 milhões de toneladas. O estado do Mato Grosso é o maior produtor desse grão com uma produção (30,3 milhões de t), seguido do Paraná (16,1 milhões de t), Goiás (9,9 milhões de t), Mato Grosso (10,3 milhões) e Minas Gerais (7 milhões de t) (CONAB, 2021). No contexto nacional, o milho apresenta a segunda maior área cultivada e é responsável pela segunda maior produção de grãos, ficando atrás apenas da soja (Fornasieri Filho, 2007).

2.1 Doenças que acometem a cultura do milho

Na cultura do milho, as doenças podem ocorrer durante todo o ciclo de desenvolvimento. O período mais grave ao ataque de patógenos é assimilado entre o estágio de pendoamento até o de grão pastoso. Quando a cultura do milho é acometida por doenças, conseqüentemente ocorre a redução da área fotossintética, ocasionando assim uma menor produtividade (Wordell Filho et al., 2016).

Os agentes causadores de doenças são separados com base no seu modo de sobrevivência em biotróficos e necrotróficos. Os agentes causadores das ferrugens e oídios por exemplo necessitam da presença dos hospedeiros vivos para que consigam sobreviver são denominados de biotróficos. Já os agentes causadores de manchas foliares e podridões radiculares não necessitam do tecido vivo do seu hospedeiro, esses conseguem sobreviver em restos de cultura das plantas hospedeiras, sendo denominados de necrotróficos (Reis et al., 2011).

As doenças de maior importância na cultura do milho são as foliares, sendo elas a cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*), as ferrugens (*Puccinia polysora*, *Physopella zea*, *Puccinia sorghi*), a mancha branca (*Phaeospharia maydis*, *Pantoea ananatis*) e as helmintosporioses (*Exserohilum turcicum*, *Bipolaris maydis*) (Grigolli, 2017).

2.1.1 Mancha branca

Causada pela bactéria *Pantoea ananatis*, a mancha branca do milho (MBM) é considerada como uma doença endêmica na maioria das regiões produtoras de milho no Brasil e a doença foliar de maior importância na cultura (Bomfeti et al., 2008). Essa por sua vez pode causar danos na produção de até 60% devido a redução da área fotossintética da planta diminuindo o ciclo de vida da cultura (Godoy et al., 2001).

As perdas ocasionadas por essa doença são decorrentes de condições ambientais e do estágio no qual a planta foi infectada pelo patógeno. As condições favoráveis ao desenvolvimento da doença são regiões com altitude acima de 600m e plantios tardios, o qual permite o desenvolvimento de plantas sob elevadas precipitações (Costa et al., 2011). Além dos fatores ambientais existem outros fatores que auxiliam para o aumento da severidade da doença como, época de semeadura, método de plantio utilizado, manejo e adubação (Fernandes & Oliveira, 2000; Yamada, 2002).

Os sintomas iniciais da doença são surgimento de lesões, com aspecto de encharcamento, de coloração verde-escuro e que progridem para lesões necróticas e coloração palha. Essas lesões apresentam medidas entre 0,3 a 2,0 cm de formato irregular e oblongo (Paccola Meirelles et al., 2002). Na maioria dos casos, os sintomas causados por MBM, se iniciam nas folhas inferiores e na medida que a doença vai aumentando esses sintomas progridem em direção ao ápice da planta (Sawazaki et al., 1997).

A medida de controle mais utilizada no controle da MBM é o uso de fungicidas pertencentes aos grupos dos triazóis, benzimidazol e estrobilurinas outra medida de

controle indicada para tratamento da doença é o uso de híbridos resistentes (Pedro et al.,2010).

2.2.2 Helmintosporiose

Causada pelo fungo necrotrófico *Exserohilum turcicum* é considerada uma das doenças mais antigas da cultura e pode ser encontrada em todas as regiões produtoras (Fernandes & Oliveira, 1997). Os sintomas iniciais dessa doença são nas folhas inferiores com o surgimento de lesões necróticas, coloração que varia de verde acinzentado para marrom, chegando a medir de 2,5 a 15 cm de comprimento e podem ser notados uma semana após a infecção do patógeno (Wordell Filho et al., 2016).

As condições favoráveis para o desenvolvimento dessa doença são temperatura entre 18 e 27° C e umidade relativa acima de 90% (White, 2000). Em casos de grande incidência da doença antes do período de floração da cultura as perdas podem chegar até 40% do rendimento de grãos, sendo considerada limitante para a produção de milho em algumas partes do mundo (Grigolli, 2017). Por ser um fungo necrotrófico, sua sobrevivência acontece em restos da cultura, e a sua disseminação acontece em curtas distâncias por meio da chuva e pelo vento podendo atingir longas distâncias (Wordell Filho et al., 2012).

A principal medida de controle de *E. turcicum* em milho é a utilização de genótipos resistentes. No entanto muitos híbridos de milho são suscetíveis à doença, se fazendo necessária a adoção de outras medidas de manejo como o uso de fungicidas (Blandino et al., 2012).

2.3 Medidas de controle

2.3.1 Controle genético

O controle genético é uma das alternativas de controle de doenças que assim como o controle biológico visa uma diminuição dos danos causados ao homem e meio ambiente pelo uso do controle químico excessivo. Este utiliza a resistência genética que é definida como a capacidade do hospedeiro em evitar e, ou atrasar o desenvolvimento do patógeno (Parlevliet, 1997). Especialmente, em doenças foliares a resistência genética tem uma grande importância na cultura do milho, face às perdas de produtividade que acompanham

o cultivo. Essas perdas são associadas ao grande número de doenças que acometem as lavouras, fazendo-se necessário a utilização de cultivares com potencial de resistência genética frente às principais doenças foliares (Casela et al., 2006).

No melhoramento genético nós temos dois tipos de resistência: a resistência vertical e a horizontal. Segundo Van der Plank (1963) a resistência vertical é denominada como a que confere resistência contra um ou alguns tipos de raças de patógenos e a resistência horizontal que é caracterizada como a resistência contra todas as raças de um determinado patógeno. A resistência vertical é a mais utilizada nos programas de melhoramento visando resistência a doença em milho (Ferguson; Carson, 2007). Porém, essa resistência é facilmente quebrada por novas raças do patógeno (McDonald; Linde, 2002).

Desse modo a resistência horizontal, ou poligênica vem sendo cada vez mais estudada em pesquisas sobre resistência genética (Juliatti et al., 2013; Colombo et al., 2014). Esse tipo de resistência tem a vantagem de proporcionar maior efetividade no controle de praticamente todas as raças de patógenos (Carson, 2006).

2.3.2 Controle químico

O controle químico é amplamente utilizado, por apresentar grande eficácia no controle de doenças, sendo na maioria das vezes a única ou a melhor forma de assegurar uma boa produtividade. Porém a sua utilização deve ser realizada a um conjunto de medidas de controle (Kimati, 1995). Para as doenças foliares que acometem a cultura do milho são utilizados fungicidas pertencentes aos grupos químicos dos triazóis e estrobilurinas (AGROFIT, 2021). Os triazóis atuam na biossíntese de ergosterol, componente da membrana celular do patógeno, fungicidas pertencentes a esse grupo químico agem no controle em fases mais desenvolvida do ciclo de vida do patógeno, como a colonização. Já as estrobilurinas atuam na respiração mitocondrial do patógeno, seu controle é mais eficiente na fase de infecção (Wordell Filho et al., 2012).

O uso exagerado de fungicidas para controle de doenças tem ocasionado grandes problemas relacionados a questões ambientais como contaminação da água e do solo, intoxicação em seres humanos além de causar resistência de patógenos em consequência do uso frequente dos mesmos princípios ativos. Por esse motivo, outras medidas de

controle devem ser adotadas, como por exemplo o controle biológico (Morandi et al., 2009).

2.3.3 Controle biológico

O controle biológico é um método que utiliza um micro-organismo para controlar outro micro-organismo, isso ocorre devido a interação entre micro-organismos biocontroladores e agentes patogênicos. Essas interações são divididas em competição, parasitismo, indução de resistência e antibiose (Bettiol; Ghini, 2009).

Na competição como o próprio nome já diz, acontece a disputa entre micro-organismos biocontroladores e os agentes causadores de doença. O parasitismo acontece quando um micro-organismo se beneficia do outro para se alimentar/sobreviver. A indução de resistência ocorre com a ativação dos mecanismos de defesa das plantas, por meio de seus metabólitos ou micro-organismos. Já a antibiose acontece quando moléculas criadas por micro-organismos biocontroladores tem efeito em relação ao patógeno (Bettiol; Ghini, 1995).

Os procariotos vêm ganhando cada vez mais espaço e estão entre os micro-organismos mais estudados para o controle biológico. As bactérias do gênero *Pseudomonas* e *Bacillus* spp. são os que tem mostrado maior potencial no controle de patógenos (Silva et al., 2008).

As bactérias pertencentes ao gênero *Bacillus* são habitantes de solo e com boa resistência a condições adversas (Lima, 2010; Ratz, 2014). A espécie mais pesquisada desse gênero é *Bacillus subtilis*, que se caracteriza por apresentar alta capacidade de colonização em diversas partes da planta, como por exemplo, tecidos internos e externos e sistema radicular (Lanna Filho et al., 2010). Essa espécie também apresenta uma boa eficiência no controle de diversos patógenos, por meio da produção de enzimas e fitohormônios que exercem influência na germinação de esporos impedindo que o patógeno se instale na planta (Mazzuchelli et al., 2014).

Alguns trabalhos relatam o potencial da bactéria *B. subtilis* para o controle de doenças, Araújo (2008) concluiu que sementes de milho inoculadas com essa bactéria gera um aumento na altura e na área foliar das plantas. Outro trabalho concluiu que a inoculação com *B. subtilis* resultou no aumento da produtividade de grãos de milho (Lima et al., 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido entre 16 de fevereiro e 21 de julho de 2020, em Cristais, MG. A área experimental está localizada a 844 metros de altitude, latitude de 20° 51' 18" Sul e longitude de e 45° 30' 14" Oeste. A cultivar de milho utilizado foi FS620PWU (Forseeds). O solo da área é classificado como Latossolo vermelho escuro distroférico.

3.2 Delineamento experimentais e tratamentos

Os tratamentos foram constituídos de diferentes combinações de BIO-IMUNE (0,5 L/ha, BIOUFLA (0,5 L/ha), METIS NUTRI (0,5 L/ha) e PRIORI XTRA® (0,15 L/há) nos estágios fenológicos V8 e VT e com volume de calda de 150 L/ha (Tabela 1), todos os tratamentos receberam a adição do adjuvante Naft (50 mL/100 L água) ao volume de calda, exceto os produtos que o fabricante especifica o tipo de adjuvante. As aplicações foram feitas com uso de cilindro compressor tipo CO₂ por aspersão, composto por barra de aplicação lateral com quatro bicos tipo jato, espaçada entre cada por 0,5 m. A aplicação foi feita uniformemente entre as 17 e 18 horas do dia da aplicação.

O delineamento foi em blocos casualizados com quatro repetições. A parcela experimental foi, por sua vez, constituída de 18 m² composta por seis linhas com espaçamento de 0,5 m. Cada linha possuía 3 metros e como parcela útil para as avaliações, considerou-se as quatro linhas centrais, as demais linhas foram consideradas bordaduras.

Tabela 1. Relação de produtos aplicados e a fenologia correspondente do momento da aplicação. BIO-IMUNE, BIO-UFLA, METIS NUTRI e PRIORI XTRA.

TRATAMENTOS	1ª PULVERIZAÇÃO - V8	2ª PULVERIZAÇÃO - VT
1	ÁGUA	ÁGUA
2	PRIORI XTRA	PRIORI XTRA
3	BIO-IMUNE	BIO-IMUNE
4	BIOUFLA	BIOUFLA
5	METIS NUTRI	METIS NUTRI
6	BIO-IMUNE	BIO-IMUNE+ METIS NUTRI
7	BIOUFLA	BIOUFLA + METIS NUTRI
8	BIO-IMUNE	BIO-IMUNE + PRIORI XTRA
9	BIOUFLA	BIOUFLA + PRIORI XTRA
10	BIO-IMUNE + PRIORI XTRA	BIO-IMUNE + PRIORI XTRA
11	BIOUFLA + PRIORI XTRA	BIOUFLA + PRIORI XTRA

3.3 Tratos culturais

A semeadura do milho foi feita no dia dezesseis de fevereiro de 2020. As adubações foram feitas com MAP 11-52-00 e a adubação de cobertura foi realizada com 20-00-20. O controle de plantas daninhas foi feita com herbicida Glifosato + Clethodim e Piretróide. O controle de insetos foi realizado com a aplicação do inseticida Diamida em 20 de março em com a dose de 60 mL/ha. A colheita foi realizada no dia 21 de julho de 2020, manualmente e estimou-se a produtividade em kg/ha e o peso de mil grãos (g).

3.4 Área Abaixo da Curva de Progresso (AACP)

Foram realizadas cinco avaliações da severidade da Mancha-branca (*Pantoea ananatis*) e Helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), a cada sete dias, utilizando a escala diagramática proposta por Capucho et al., (2010) e Vieira (2010) respectivamente. As avaliações iniciaram a partir do início dos sintomas e totalizaram cinco avaliações nos

dias 05, 13, 21, 30 de maio e 05 de junho. As folhas foram avaliadas por método não destrutivo. Avaliou-se a primeira folha expandida acima da inserção da espiga de cinco plantas dentro da parcela útil. Os dados obtidos da severidade nas folhas de milho foram integralizados em Área Abaixo da Curva de Progresso da doença (AACPD) de acordo com a equação proposta por Shaner e Finney (1977).

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(Y_i + Y_{i+1})}{2} * (T_{i-1} - T_i)$$

Portanto:

AACP= área abaixo da curva de progresso da Severidade

Y_i = proporção da doença na i-ésima observação,

T_i = tempo em dias na i-ésima observação,

n= número total de observação.

3.5 Incidência de *Fusarium verticillioides*

Após a colheita, foram separados grãos de milhos de cada parcela para a avaliação da incidência de *Fusarium verticillioides*. Esta avaliação foi realizada por meio de “Blotter test”. Para isso papéis filtro autoclavados foram individualmente dispostos em cada placa de Petri juntamente com 10 ml de meio de cultura Agar ágar. Após o preparo das placas de Petri, foram colocadas 25 sementes de milho por placa, deixando-as 24 horas embebidas no líquido preparado em uma temperatura de 20 +/- 2°C. Em seguida, as placas de Petri foram colocadas no congelador por 24 horas, para que não houvesse germinação. Após esse período, as placas foram retiradas e colocadas em local com presença de luz a uma temperatura de 20 +/- 2°C. Após 7 dias foram avaliados os grãos com/sem a presença de *F. verticillioides*, sendo a espécie do patógeno foi identificado morfológicamente. A incidência do patógeno foi obtida por meio da fórmula:

$$I (\%) = \frac{NSD}{NTS} * 100$$

Em que:

I (%) = Incidência do Fusariose em sementes de milho;

NFD = número de sementes doentes;

NTF = número total sementes amostradas.

3.5 Análises estatísticas

As variáveis AACPD para as duas doenças foliares, a incidência de *Fusarium* e produtividade foram submetidas ao teste de Shapiro-Wilk para avaliar os pressupostos da análise de variância. Posteriormente, foi feito o teste F e Scott-Knott ($p < 0,05$). Para realizar essas análises, foi utilizado o programa R software e os gráficos foram plotados no Sigmaplot.

4. RESULTADOS

Em relação aos dados de AACPD da mancha branca e helmintosporiose, assim também como a incidência de *F. verticillioides* em grãos de milho, produtividade e peso de mil grãos (PMG) não foram observadas diferenças significativas dos tratamentos em relação à testemunha ($p > 0,05$) (Tabela 2).

Em relação à Mancha branca do milho o tratamento com maior média de AACPD foi o tratamento nove, pulverizado a primeira vez com o BIOUFLA e a segunda vez com a combinação do BIOUFLA e Priori Xtra (107,9). Os tratamentos com menores médias de AACPD foram pulverizados com água (70,43) e Metis nutri (70,63) (Figura 1).

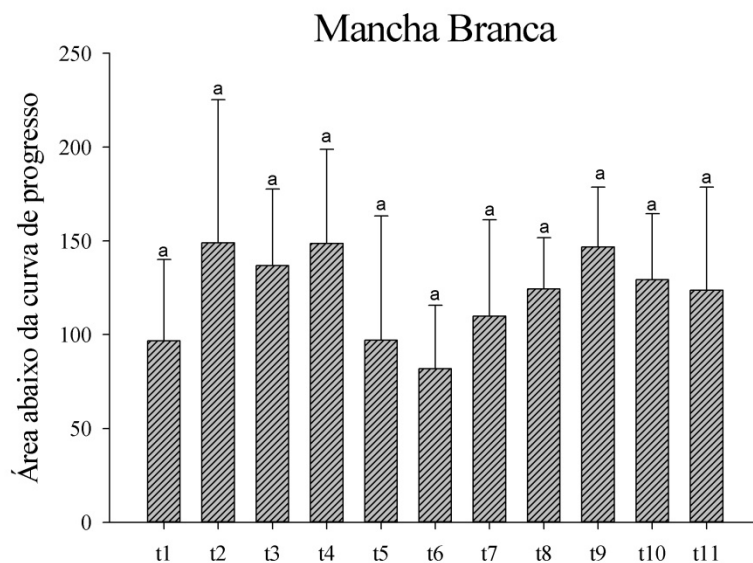


Figura 1 – Área abaixo da curva de progresso para a Mancha Branca (*Pantoea ananatis*) do milho.

Para a helmintosporiose o tratamento 10 e 8, Bio- imune em conjunto com o Piori Xtra (6,25) e BIO-IMUNE + Metis Nutri (8,15), tiveram a menor media . Já o tratamento com maior AACPD foi BIOUFLA + Metis Nutri (14,46) (Figura 2).

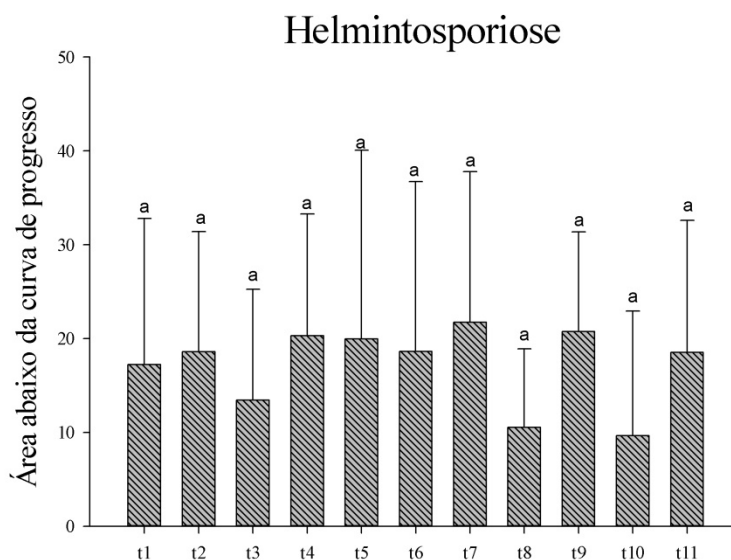


Figura 2 – Área abaixo da curva de progresso para a Helmintosporiose do milho.

Não houve diferença significativa para a incidência de *F. verticillioides* feito com o teste de Blotter ($p>0,05$). O tratamento com maior média de incidência foi o tratamento 4 com duas aplicações de BIOUFLA (55,5%) e o tratamento 8 com uma aplicação de BIO-IMUNE e outra de BIO-IMUNE + Priori Xtra (55%), enquanto a menor foi para Metis Nutri (36%) (Figura 3).

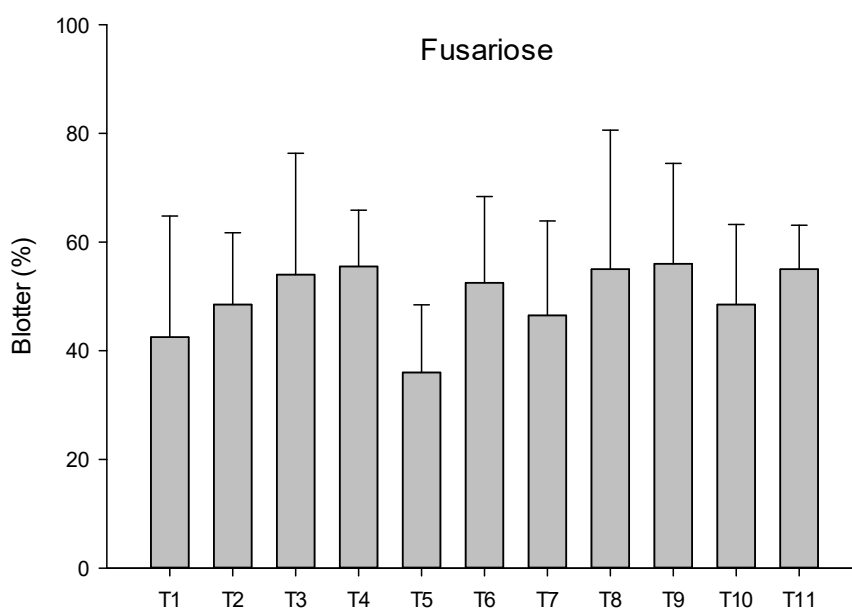


Figura 3 – Teste de Blotter para Fusariose do milho.

Quanto à produtividade e peso de mil grãos também não houve diferença significativa no teste F ($p>0,05$) para essas variáveis. As maiores médias para a produtividade foram para os tratamentos pulverizados duas vezes com BIO-IMUNE + Priori Xtra (tratamento 10) (102.4 sc/ha) e uma vez com BIOUFLA e no estágio VT com BIOUFLA + Metis Nutri (tratamento 7) (99.40 sc/há), enquanto a testemunha teve a menor média de sacas por hectare (87,85 sc/há). Apesar de não ter tido a maior produtividade o tratamento de BIOUFLA + Priori Xtra aplicado nos dois estágios fenológicos teve o maior peso de mil grãos (59,5g), já o tratamento que utilizou duas aplicações de BIOUFLA teve a menor média de PMG (52,75g).

Tabela 2. Incidência de *F. verticillioides* em grãos de milho, produtividade e peso de mil grãos (PMG) de diferentes tratamentos na segunda Safra 2019/2020.

TRATAMENTO	PRODUTIVIDADE	
	Sc/ha	PMG
1	87.85 a	57.58 a
2	93.85 a	56.53 a
3	88.30 a	59.05 a
4	96.60 a	52.75 a
5	91.32 a	57.58 a
6	89.43 a	57.49 a
7	99.40 a	54.02 a
8	84.62 a	55.10 a
9	93.20 a	59.40 a
10	102.4 a	58.05 a
11	90.81 a	59.50 a
CV	14.18	8.91

5. DISCUSSÃO

O baixo controle das doenças em questão pode estar relacionado à área experimental, pois a localidade cujo experimento foi alocado, existe histórico de elevada incidência e severidade de mancha branca, possivelmente devido as condições extremamente favoráveis ao desenvolvimento da doença presente nesta localidade, local de baixada próximo a curso d'água e sob pivô central, propiciando manutenção da umidade elevada e temperaturas moderadas. Esta observação mostra a importância da utilização de um número maior de campos experimentais para ensaios futuros.

A eficiência do controle da mancha branca e *Helminthosporiose* através de fungicidas pode estar relacionado também com o número de aplicações, resultados positivos foram verificados por Custódio et al. (2019), os quais utilizaram três aplicações no controle de mancha branca, iniciando a primeira aplicação em V8, segunda aplicação em pré-pendoamento em V11 e a terceira em pós-pendoamento em R2, com intervalos de aplicações entre 14 a 18 dias. Três aplicações também poderiam favorecer o melhor estabelecimento do agente de controle biológico, além de propiciar um efeito protetor previamente a intensificação da doença.

O uso de fungicidas também é uma aliança para garantir melhor proteção contra patógenos foliares, fato que está diretamente relacionado com altos níveis de

produtividade, devido a alguns fungicidas principalmente em o grupo QoI e o CMS atuam também aumentando a taxa fotossintética (Blandino et al., 2012). Assim a produtividade é consequência do controle adequado da doença.

Guimaraes et al. (2018) também observou aumento na produtividade quando pulverizadas com azoxistrobina + ciproconazol e assim como nesse estudo o peso de mil grãos não foi um parâmetro eficiente para medir a produtividade quando trata da utilização do mesmo híbrido de milho. De acordo com Lopes et al. (2007) o PMG é influenciado pelo material genético, dessa forma aplicação de produtos foliares não aumenta o peso dos grãos.

Nos últimos anos, tem sido sugerido que o uso de fungicidas podem reduzir a diversidade e alterar temporariamente a estrutura da comunidade bacteriana no campo. Baseado nessa hipótese Adetutu et al., (2008) verificou que a presença de azoxistrobina no solo pode atuar interferindo nas comunidades beneficiárias. Consequentemente, aumenta o número de bactérias patogênicas (Xiuguo et al., 2009). Portanto encontrar controles alternativos é importante para manter a estrutura da comunidade bacteriana no solo e na superfície foliar.

Entre os controles biológicos podemos citar os gêneros de bactérias antagonistas mais utilizadas que são as *Pseudomonas* do grupo fluorescentes (*P. putida* e *P. fluorescens*), *Streptomyces* spp., *Bacillus* spp. e Enterobacteriaceae (CAMPOS SILVA et al., 2008). Entretanto, o gênero *Bacillus* spp., pode ser destacado por formar endósporo e ter multiplicidade de mecanismos antagônicos. Possibilitando longa manutenção e sobrevivência em nichos ecológicos, além disso, possui versatilidade nos mecanismos de ação para enganar as defesas dos fitopatógenos.

A espécie *B. subtilis* é um agente de biocontrole, podendo ser encontrado como bactérias epifíticas, rizobactérias promotoras de crescimento em plantas e endofíticas (ONGENA et al., 2005). O efeito in situ pela exposição de células vivas de *B. subtilis* pode ocasionar a promoção de crescimento e/ou o biocontrole (HAMMAMI et al., 2009). No presente trabalho foi utilizado *B. subtilis* como agente de biocontrole e apesar de não apresentar diferença estatística os tratamentos com essa bactéria tiveram menor média de AACPD para Helmintosporiose, *F. verticillioides* e maior média para produtividade e PMG.

6. CONCLUSÕES

A falta de controles biológicos registrados para esse patossistema torna o BIOUFLA e o BIO-IMUNE agentes de biocontrole potenciais contra a Mancha Branca, Helmintosporiose e *Fusarium verticillioides* em milho. A combinação de produtos de biocontrole, nutrição e fungicidas pode diminuir a severidade de doenças e trazer maior sustentabilidade a produção de milho no Brasil, além de promover o crescimento da planta. Entretanto mais estudos devem ser realizados com mais campos experimentais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADETUTU, E. M., et al. Azoxystrobin and soil interactions: degradation and impact on soil bacterial and fungal communities. **Journal of applied microbiology**, v. 105, n. 6, p. 1777-1790, 2008.

AGROFIT **Agrofit: Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 23 mar. 20210.

ARAUJO, F. F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p.456-462, 2008.

BLANDINO, M., et al. Timing of azoxystrobin + propiconazole application on maize to control northern corn leaf blight and maximize grain yield. **Field Crops Research**, v. 139, p. 20-29, 2012.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Controle biológico. In: FILHO, A.B.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. Volume 1: terceira edição. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 1995.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Impactos das mudanças climáticas sobre o controle biológico de doenças de plantas. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B.; **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente. 341 p., 2009.
BLANDINO, M., et al. Timing of azoxystrobin + propiconazole application on maize to control northern corn leaf blight and maximize grain yield. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 139, p. 20-29, 2012.

BOMFETI, C. A., et al. Localization of *Pantoea ananatis* inside lesions of maize white spot disease using *transmission* electron microscopy and molecular techniques. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 63-66, 2008.

CAPUCHO, A. S., et al. Influence of leaf position that correspond to whole plant severity and diagrammatic scale for white spot of corn. **Crop Protection**, v. 29, n. 9, p. 1015-1020, 2010.

CARSON, M. L. Response of a maize synthetic to selection for components of partial resistance to *Exserohilum turcicum*. **Plant Disease**, v. 90, p. 910-914, 2006.

CASELA, C. R., et al. Doenças na cultura do milho. Circular Técnica 83, Sete Lagoas - MG: Embrapa Milho e Sorgo, 14p., 2006.

COLOMBO, G. A., et al. Análise dialéctica para resistência a ferrugem polissora em milho em diferentes níveis de adubação fosfatada. **Bragantia**, v. 73, p. 65-71, 2014.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira - grãos**: sexto levantamento, março 2021 – safra 2020/2021. :Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2021. Disponível em: <

<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 05 mar. 2021.

COSTA, R. V., et al. Recomendações para o controle químico da mancha branca do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, (**Circular Técnica 167**), 2011.

COTA, L. V., et al. Monitoramento do uso de fungicidas na cultura do milho no Brasil. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 13 p. (**Circular técnica, n. 243**), 2018.

CUSTÓDIO, A. A. P., et al. **Eficiência de fungicidas no controle da mancha branca do milho segunda safra 2018 e 2019**, p. 40, 2019.

FERGUSON, L. M.; CARSON, M. L. Temporal variation in *Setosphaeria turcica* between 1974 and 1994 and origin of races 1, 23, and 23N in the United States. **Phytopathology**, v. 97, p. 1501-1511, 2007.

FERNANDES, F. T.; OLIVEIRA, E. Principais doenças na cultura do milho. **EMBRAPA/CNPMS. Circular técnica, 26**, p. 80, Sete Lagoas, 1997.

FERNANDES, F. T.; OLIVEIRA, E. Principais doenças na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa, (**Circular técnica, 26**), 2000.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Funep, 574 p., 2007.

GLORIA, E. M.; DOMINGUES, M. A. C. Qualidade do milho é classificada por padrões oficiais, de acordo com o uso. **Visão agrícola**, n.13, 2015.

GODOY, C. V., et al. Alterações na fotossíntese e na transpiração de folhas de milho infetadas por *Phaeosphaeria maydis*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 209-215, 2001.

GRIGOLLI, J. F. J. **Doenças do milho safrinha**. Tecnologia e Produção: Milho safrinha. Fundação MS. 2017.

JULIATTI, F.C., et al. Identificação de QTLs associados à resistência parcial à mancha branca do milho. **Bioscience Journal**, v. 29, p. 1163-1178, 2013.

KIMATI, H. Controle químico. In: FILHO, A.B.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. Volume 1: terceira edição. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 1995.

LANNA FILHO, R., et al. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, 2010.

LIMA, F. F. *Bacillus subtilis* e níveis de nitrogênio sobre o desenvolvimento e a produtividade do milho. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia, Área de concentração: Produção Vegetal). Universidade Federal do Piauí, 52 f., 2010.

LIMA, F. F. et al. *Bacillus subtilis* e adubação nitrogenada na produtividade do milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.6, n.4, p.657-661, 2011.

LOPES, M. T. G., et al. Controle genético da resistência à mancha de *Phaeosphaeria* em milho. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 605-611, 2007.

LOPES, S. J., et al. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, 2007.

MAZZUCHELLI, R. C. L., et al. Inoculação de *Bacillus subtilis* e *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Colloquim Agrariae**. v.10, n.2, 2014.

McDONALD, B. A.; LINDE, C. Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance. **Annual Review of Phytopathology**, v. 40, p. 349-379, 2002.

MORANDI, M. A. B. et al. Controle biológico de fungos fitopatogênicos. **Informe Agropecuário**, v.30, n.251, 2009.

ONGENA, M., et al. *Bacillus subtilis* M4 decreases plant susceptibility towards fungal pathogens by increasing host resistance associated with differential gene expression. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.67, p. 692-698, 2005.

PACCOLA-MEIRELLES, L. D., et al. Reaction of maize inbred lines to a bacterium, *Pantoea ananas*, isolated from *Phaeosphaeria* leaf spot lesions. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, n. 4, p. 587-590, 2002.

PARLEVLIET, J. E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review of Phytopathology**, 17: 203-222, 1997.

PEDRO, E. S., et al. **Avaliação de diferentes produtos no controle da mancha branca do milho**. In Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. Potencialidades, desafios e sustentabilidade: resumos expandidos. Sete Lagoas: ABMS, 2010.

RATZ, R. J. Uso de bactérias do gênero *Bacillus* como promotoras de crescimento para a cultura do milho e da soja. **Dissertação** (Engenharia Química), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 59 f. 2014.

REIS, E. M., et al. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa Phytopathologica**, v.37, n.3, p.85-91, 2011.

SANTOS, P. G., et al. Avaliação do desempenho agrônômico de híbridos de milho em Uberlândia, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 597-602, 2002.

SAWAZAKI, E., et al. Reação de cultivares de milho à mancha de *Phaeosphaeria* no Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 6, p. 585-589, 1997.

SHANER, G.; FINNEY, R.E. The effects of nitrogen fertilization on the expression of slowmildwing in knox wheat. **Phytopathology**, v.67, p.1051-1055, 1977.

SILVA, H. P. Incidência de doenças fúngicas na 'Safrinha'. In: **SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO 'SAFRINHA'**. Anais. Assis: IAC/CDV, v. 4, p.81-86, 1997.

SILVA, J. R. C. et al. Bactérias endofíticas no controle e inibição *in vitro* de *Pseudomonas syringae* pv *tomato*, agente da pinta bacteriana do tomateiro. **Ciência e agrotecnologia**, v.32, n.4, 2008.

USDA - United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production**. Disponível em: < <https://www.fas.usda.gov/data/world-agricultural-production>> Acesso em: 08 abril de 2021

VAN DER PLANK, J.C. Plant disease: epidemics and control. **Academic press**, 349 p., 1963.

VIEIRA, R.A. Melhoramento genético da resistência à helmintosporiose comum, cercosporiose e ferrugem-polissora em milho-pipoca. **Dissertação** (Mestrado em Genética e Melhoramento Vegetal) – Universidade Estadual de Maringá, 103 f., 2010.

WHITE, D. G. Compendium of corn diseases. 3th ed. St. Paul: **American Phytopathological Society**, 78 p., 2000.

WORDELL FILHO, J. A., et al. **Manejo fitossanitário na cultura do milho**. 156 p. Florianópolis: **EPAGRI**, 2012.

WORDELL FILHO, J. A. et al. Pragas e doenças do milho: diagnose, danos e estratégias de manejo. 82 p., Epagri, (**Boletim Técnico, 170**), 2016.

XIUGUO, W. A. N. G., et al. Carbendazim induces a temporary change in soil bacterial community structure. **Journal of Environmental Sciences**, v. 21, n. 12, p. 1679-1683, 2009.

YAMADA, T. Nutrição fosfatada melhora a resistência da planta às doenças. **Informações agronômicas**, v. 97, p. 26-27, 2002.