

UniRV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

PERFORMANCE DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS NO
CONTROLE DAS PRINCIPAIS PRAGAS DO MILHO EM
CONDIÇÕES DE CERRADO

LUIZ FERNANDO RIBEIRO JUNIOR

Magister Scientiae

RIO VERDE
GOIÁS – BRASIL
2020

LUIZ FERNANDO RIBEIRO JUNIOR

**PERFORMANCE DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS NO
CONTROLE DAS PRINCIPAIS PRAGAS DO MILHO EM
CONDIÇÕES DE CERRADO**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

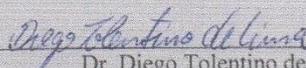
**RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL
2020**

LUIZ FERNANDO RIBEIRO JUNIOR

PERFORMANCE DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS NO CONTROLE DAS
PRINCIPAIS PRAGAS DO MILHO EM CONDIÇÕES DE CERRADO

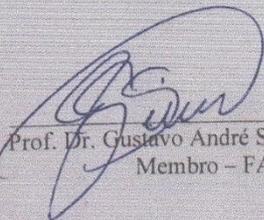
Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de
Rio Verde, como parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*

APROVAÇÃO: 26 de junho de 2020



Dr. Diego Tolentino de Lima

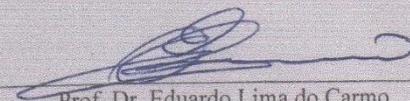
Membro – Instituto de Ciência e Tecnologia COMIGO/Rio Verde



Prof. Dr. Gustavo André Simon
Membro – FA/UniRV



Prof. Dr. Guilherme Braga Pereira Braz
Membro – FA/UniRV



Prof. Dr. Eduardo Lima do Carmo
Presidente da Banca Examinadora
Membro – FA/UniRV

DEDICATORIA

Aos meus pais, Luiz Fernando Ribeiro e Lucia Elena Silva Ribeiro, pelos conselhos e apoio.

Ao meu irmão, Luiz Otavio Ribeiro, meus avós Arnaldo José da Silva e Maria de Souza e todos os amigos e familiares pelas palavras de apoio.

AGRADECIMENTO

Agradeço, a Deus, que me guiou por toda essa caminhada.

Aos meus pais e irmão, que me apoiaram durante a realização do curso.

Ao meu Orientador, Professor Dr. Eduardo Lima do Carmo, pelo convívio, apoio, amizade e conhecimentos divididos e apresentados, os quais contribuíram na execução deste trabalho.

Ao Professor, Dr. Gustavo André Simon.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da UniRV que foram importantes na minha formação acadêmica.

Aos meus amigos do Mestrado, pelo incentivo e apoio constantes.

À equipe do Centro de Inovação Tecnológica pertencente ao Grupo Associado de Pesquisa do Sudoeste Goiano (CIT GAPES), pela área e apoio concedido para a realização deste trabalho.

Aos estudantes e estagiários que contribuíram na condução dos ensaios, especialmente a Yuri Ribeiro Lopes, João Paulo de Oliveira Martins, Janison Duarte Vieira e Eduardo Martins Santos.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e que de certa forma, auxiliaram-me durante o trajeto.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	vii
GENERAL ABSTRACT	viii
1 INTRODUÇÃO GERAL	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Cigarrinha do milho.....	12
2.1.1 Sintomas e agentes causais dos complexos de enfezamentos e vírus rayado fino	13
2.2 Percevejo castanho	14
2.2.1 Sintomatologia do ataque do percevejo castanho.....	14
2.2.2 Biologia.....	15
2.2.3 Dinâmica e distribuição populacional no perfil do solo	15
2.3 Lagarta do cartucho do milho	15
2.3.1 Distribuição	16
2.3.2 Ciclo de vida.....	16
2.4 Controle biológico	16
REFERÊNCIAS	17
CAPITULO 1	21
CHAPTER 1	22
1 INTRODUÇÃO.....	23
2 MATERIAL E MÉTODOS	24
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4 CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS	37
CAPITULO 2	41
CHAPTER 2.....	42
1 INTRODUÇÃO.....	43
2 MATERIAL E MÉTODOS	44
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4 CONCLUSÕES.....	50
REFERÊNCIAS	50
CONSIDERAÇÕES FINAIS	52

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Tratamentos utilizados e respectivas dosagens dos inseticidas pulverizados, na safrinha 2019 em Rio Verde – GO.	25
TABELA 2 – Datas e condições ambientais do momento das aplicações. Rio Verde (GO), 2019.	26
TABELA 3 – Tratamentos utilizados e respectivas dosagens dos inseticidas pulverizados, na safrinha 2019 em Rio Verde – GO.	27
TABELA 4 - Condições ambientais das aplicações e data de aplicações, do presente estudo na safrinha 2019 em Rio Verde – GO	28
TABELA 5 - Número médio de adultos e eficácia de inseticidas no controle da cigarrinha do milho, avaliados aos 3, 5, 7 e 10 DAA em híbrido sensível P30F53. Rio Verde (GO), 2019.	29
TABELA 6 - Valores médios de altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), número de fileiras de grãos (NF), número de grãos por fileiras (NGF) e produtividade de grãos (PG) do híbrido P30F53, submetido à aplicações de diferentes inseticidas para o controle da cigarrinha do milho, Rio Verde, GO, safrinha 2019.....	30
TABELA 7 - Número médio de adultos e eficiência média dos inseticidas no controle da cigarrinha do milho, avaliados aos 3; 5; 7; e 10 dias após aplicação (DAA) na safrinha de 2019 em híbrido tolerante P3707 em Rio Verde, GO	32
TABELA 8 - Valores médios das características nota de danos após a aplicação dos tratamentos baseada na escala Davis, realizado na safrinha de 2019.....	34
TABELA 9 - Tratamentos, doses (g ou mL de ingrediente ativo por ha ⁻¹) e forma de aplicação dos produtos utilizados no experimento. Safrinha 2019, fazenda São José, Montividiu, GO .	45
TABELA 10 - Resumo da análise de variância para as características altura de plantas no estágio vegetativo (APV), altura de plantas na colheita (APC), número de fileiras (NF), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de grãos por fileira (NGF), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PG) em milho tratado com diferentes inseticidas e formas de aplicação para controle do percevejo castanho. Montividiu, GO, safrinha 2019	47
TABELA 11 - Médias observadas para as características altura de plantas no estágio vegetativo (APV), altura de plantas na colheita (APC), número de fileiras (NF), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de grãos por fileira (NGF), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PG) em milho tratado com diferentes inseticidas e formas de aplicação para controle do percevejo castanho.....	48
TABELA 12 - Estimativas dos contrastes ortogonais para as características diâmetro da espiga, comprimento da espiga, massa de mil grãos e produtividade de grãos	48

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Dados pluviométricos e temperatura média do ar em Rio Verde, GO, no período de janeiro a junho de 2019.....	24
FIGURA 2 - Representação gráfica das equações de regressão para danos causados pela lagarta do cartucho do milho (escala de Davis) em distintos períodos de avaliação. Rio Verde, GO, safrinha 2019.	35
FIGURA 3 - Dados pluviométricos e temperatura média do ar em Rio Verde – GO, no período de janeiro a junho de 2019.....	44

RESUMO GERAL

O milho safrinha é uma das principais culturas semeadas no Cerrado, a presença de pragas vem causando reduções na produtividade e visto que apenas o uso de inseticidas químicos apresenta relatos de falha de controle, em diversas pragas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o controle biológico das principais pragas do milho cultivado no Cerrado. Para tanto, foram realizados dois experimentos na safrinha de 2019. Um destinado ao controle da cigarrinha do milho e da lagarta do cartucho, outro ao percevejo castanho. Ambos foram conduzidos em delineamento de blocos casualizados, repetidos por quatro vezes. Relacionado ao controle da cigarrinha foram avaliados os seguintes tratamentos: uma testemunha sem aplicação de inseticida; *Metarhizium anisopliae* IBCB 425 (500 e 1000 ml de p.c. ha⁻¹), *Beauveria bassiana* IBCB66 (25 e 50 1,90 x 10⁹ UFC/g i.a. ha⁻¹); *M. anisopliae* IBCB 425 + *B. bassiana* IBCB66 (500 e 1000 gr de p.c. ha⁻¹), *M. anisopliae* IBCB 425 + *B. bassiana* IBCB66 (500 + 500 ml/g de p.c. ha⁻¹) e imidacloprido + acefato (150 g de p.c. ha⁻¹ + 1000 g de p.c. ha⁻¹). Referente ao controle de lagartas: uma testemunha; *M. anisopliae* IBCB 425 com as respectivas doses: 500, 1000, 1500 e 2000 ml p.c. ha⁻¹ e metomil (1000 ml p.c. ha⁻¹). No segundo experimento foram avaliados os seguintes tratamentos, aplicados no tratamento de semente, sulco de semeadura ou/e, via aérea, em estágio vegetativo (V6): uma testemunha; tiametoxam + [lambda-cialotrina + clorantraniliprole] (70 + [5 +10] g i.a ha⁻¹); clorpirifós (960 g i.a. ha⁻¹), *M. anisopliae* E9 (15 1,39 x 10⁸ UFC/g i.a. ha⁻¹) aplicado no sulco e em V6, *M. anisopliae* IBCB 425 (11 1 x 10⁸ UFC/g i.a. ha⁻¹) aplicado no sulco e em V6 e *B. bassiana* PL 63 + *M. anisopliae* E9 (25 2 x 10⁹ UFC/g i.a. ha⁻¹ + 25 1,39 x 10⁸ UFC/g i.a. ha⁻¹). Para controle das pragas da parte aérea, os fungos entomopatogênicos não foram eficazes, posto que o tratamento químico implicou em menores números de cigarrinhas e de danos oriundos da lagarta do cartucho. *M. anisopliae* aplicado em sulco de semeadura, independentemente dos isolados utilizados, resultou em maiores médias de produtividade de grãos, quando comparado ao químico, para controle de percevejo castanho.

Palavras-chaves: *Dalbulus maidis*; fungos entomopatogênicos, percevejo castanho da raiz; *Spodoptera frugiperda*, e *Zea mays*.

GENERAL ABSTRACT

Off-season corn is one of the main crops sown in The Cerrado, a presence of pests comes with reductions in productivity and whereas that only the use of chemical insecticides presents reports of failure of control in several pests. The objective of this work was to evaluate the biological control of major corn pests grown in The Cerrado. Therefore, two experiments were performed in the 2019 off-season. One intended for the control of the corn leafhopper and armyworm, another for *Scaptocoris castanea*. Both were conducted in delimited of randomized blocks, repeated four times. Related to leafhopper control, the following treatments were evaluated: one witness with field experience without application of insecticide; *Metarhizium anisopliae* IBCB 425 ($11 \text{ e } 22 \text{ } 1 \times 10^8 \text{ UFC/ml i.a. ha}^{-1}$), *Beauveria bassiana* IBCB66 ($25 \text{ and } 50 \text{ } 1,90 \times 10^9 \text{ UFC/g i.a. ha}^{-1}$); *M. anisopliae* IBCB 425 + *B. bassiana* IBCB66 ($11 \text{ } 1 \times 10^8 \text{ UFC/g i.a. ha}^{-1} + 25 \text{ } 1,90 \times 10^9 \text{ UFC/g i.a. ha}^{-1}$) and imidacloprid + acephate ($105 \text{ g i.a. ha}^{-1} + 970 \text{ g i.a. ha}^{-1}$). Regarding caterpillar control: a witness; *M. anisopliae* IBCB 425 with the respective doses: $11, 22, 33 \text{ e } 44 \text{ } 1 \times 10^8 \text{ UFC/ml i.a. ha}^{-1}$ e metomil ($215 \text{ g i.a. ha}^{-1}$). In the second experiment, the following treatments were evaluated, applied to seed treatment, furrow sowing or/and, airway, vegetative stage (V6): a witness; thiamethoxam + [λ -cyhalothrin + chloranthraniliprole] ($70 + [5 + 10] \text{ g i.a. ha}^{-1}$); chloripyrifos ($960 \text{ g i.a. ha}^{-1}$), *M. anisopliae* E9 ($15 \text{ } 1,39 \times 10^8 \text{ UFC/g i.a. ha}^{-1}$) applied in the furrow and in V6, chloripyrifos ($960 \text{ g i.a. ha}^{-1}$), *M. anisopliae* E9 ($15 \text{ } 1,39 \times 10^8 \text{ UFC/g i.a. ha}^{-1}$) applied in the furrow and in V6, *M. anisopliae* IBCB 425 ($11 \text{ } 1 \times 10^8 \text{ UFC/g i.a. ha}^{-1}$) applied in the furrow and in V6 and *B. bassiana* PL 63 + *M. anisopliae* E9 ($25 \text{ } 2 \times 10^9 \text{ UFC/g i.a. ha}^{-1} + 25 \text{ } 1,39 \times 10^8 \text{ UFC/g i.a. ha}^{-1}$). To control pests in the area, entomopathogenic fungi were not effective, since the chemical treatment implied in fewer numbers of leafhoppers and of damages arising from armyworm. *M. anisopliae* applied in a sowing furrow, regardless of the isolates used, resulted in bigger averages of productivity of grains when compared to chemical control from *Scaptocoris castanea*.

Key-words: *Dalbulus maidis*; entomopathogenic fungi, Hemiptera: Cydnidae; *Spodoptera frugiperda*, e *Zea mays*.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O milho é um dos principais cereais cultivados no Brasil, por sua vez, de considerável importância para a economia nacional. Utilizado principalmente para a alimentação de aves, suínos e bovinos, o milho contribui para manter o balanço comercial favorável, pois é um dos grãos mais exportados, conseqüentemente, gera significativa disponibilidade de divisas, para o desenvolvimento do país.

A semeadura do milho é realizada logo após a colheita da soja, na maior parte do Brasil, denominado milho cultivado em segunda safra ou milho “safrinha”, sendo que o desempenho produtivo nesta modalidade é influenciado principalmente, pela época de semeadura da soja, o que reflete na semeadura do milho dentro do período ideal, proporcionando uma maior pluviometria para cultura, já que a estação chuvosa no bioma Cerrado é limitada. A cultura é explorada em grande parte do território nacional, graças à adaptação às diversas variações edafoclimáticas, destacando-se na região Sul e Centro-Oeste, mais especificamente, os Estados do Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás.

Fatores abióticos e bióticos podem afetar a produtividade da cultura do milho, trazendo perdas significativas. Um dos principais desafios enfrentados dentro do ciclo da cultura é a infestação de pragas como a cigarrinha do milho, lagarta do cartucho e o percevejo castanho. Observada a complexidade de controle destas pragas, estas provocam danos relevantes, visto que os métodos convencionais empregados nem sempre apresenta eficácia.

A cigarrinha do milho é um inseto causador de dano direto à cultura pela sucção da seiva, mas o dano indireto provocado por esta praga que tem causado grandes prejuízos para a cultura, devido ao fato desta ser vetora de mollicutes (enfezamentos vermelho e pálido). A cigarrinha do milho consiste em uma praga de difícil manejo devido à baixa eficácia dos inseticidas e grande capacidade de dispersão do inseto no momento da aplicação. Como destacado, o complexo de enfezamentos pode causar grande redução na produtividade do milho, principalmente, em híbridos mais sensíveis, uma vez que o controle da cigarrinha conta com uso de inseticidas, práticas culturais (exemplo: controle de milho tigüera) e híbridos tolerantes.

Apesar da resistência genética empregada em alguns híbridos disponíveis no mercado (tecnologia *Bt*), a lagarta do cartucho vem apresentando dificuldades para o seu controle. Esse fato se deve ao aparecimento de populações resistentes do inseto às tecnologias disponíveis nos

híbridos, assim como ao uso incorreto dessa ferramenta, principalmente no que concerne à falta de plantios de áreas de refúgio com híbridos de milho convencional.

Assim como a cigarrinha do milho, para a lagarta do cartucho há ineficácia de controle com uso exclusivo do controle químico. O monitoramento incorreto e os métodos inadequados, pelos quais os inseticidas são aplicados, contribuem para o insucesso do controle dessa praga. Ademais, a presença de milho tiguera nas lavouras de soja, agrava ainda mais o problema com a lagarta, pois essa causa desfolha na soja e, posteriormente, se faz presente no cultivo do milho safrinha.

O percevejo castanho, por sua vez, é uma praga que ataca as raízes de diversas culturas. Apresenta difícil controle, pelo fato de sobreviver no solo a profundidades que podem variar de 0,2 a até 3 m, o que dificulta a tecnologia de aplicação para que os produtos atinjam o alvo a ser controlado. Uma das ferramentas de relativa eficácia de controle desta praga é a aplicação de produtos biológicos no sulco de semeadura. Esses agentes naturais, principalmente os do gênero *Metarhizium* sp., apresentam resultados satisfatórios de controle quando aplicados no solo, desde que haja uma condição favorável de desenvolvimento e reprodução, alicerçada pelo fator umidade.

Dentre as práticas de controle propostas pelo manejo integrado de pragas (MIP), destacam-se os métodos: cultural, químico, biológico, genético, varietal e comportamental. Na atualidade, o controle de pragas tem ficado restrito apenas ao uso de inseticidas, os quais já apresentam ineficácia, devido ao aumento das populações de insetos resistentes. O uso excessivo do controle químico, além da exposição da molécula, apresentando a resistência, pode causar danos ambientais, como a contaminação do solo e recursos hídricos, além da intoxicação de pessoas.

Neste contexto, o controle biológico é um dos pilares que constituem o manejo integrado de pragas, visto que o uso de fungos entomopatogênicos vem aumentando e, para determinadas pragas, se mostra eficaz. *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* são os principais agentes de biocontrole utilizados para esse fim.

O controle biológico de insetos é definido como a ação de inimigos naturais sobre uma população de pragas, a fim de mantê-la numa densidade populacional que não cause danos econômicos à cultura. Utilizam-se predadores, parasitoides ou patógenos, nativos ou exóticos, multiplicados em laboratórios e liberados posteriormente nas propriedades para controlar os insetos-pragas das culturas. O controle biológico apresenta vantagens em relação ao controle químico que são: a redução de exposição dos produtores e técnicos aos defensivos agrícolas; ausência de resíduos nos alimentos; baixo risco de poluição ambiental; ausência de período de

carência entre a liberação ou aplicação do inimigo natural e a colheita, apreciação pelo mercado que demanda produtos livres de defensivos agrícolas, e principalmente, a seletividade aos inimigos naturais.

Diante desse contexto, a execução do presente trabalho teve como objetivo avaliar o controle biológico da cigarrinha do milho, lagarta do cartucho e o percevejo castanho, na cultura do milho cultivado em segunda safra nas condições de Cerrado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cigarrinha do milho

Surtos de *Dalbulus maidis*, a qual é vetora do complexo de enfezamentos, outrora, foram registrados por Silva et al. (1991) e após alguns anos sem a presença dessa, na safra 2015/2016 foi constatado, significativo aparecimento causando grandes prejuízos aos agricultores.

A espécie *D. maidis* é citada como a única representante do gênero *Dalbulus* no Brasil (Oliveira, 1996) possuindo preferência pelo cartucho do milho. Isso, devido à presença de umidade o que a favorece (Waquil, 1997). Quando sua população está muito numerosa, esses insetos podem ocasionar seca e morte das plantas jovens, em função da intensa sucção de seiva ou ainda pela ação tóxica da sua saliva e/ou devido à excreção de honeydew que propicia o desenvolvimento de fungos (Bushing; Burton 1974, Nault et al., 1983, Marín, 1987).

Segundo Marín (1987) a oviposição de *D. maidis* pode ser realizada isoladamente, em pares ou em grupos de cinco ou seis ovos na superfície superior das folhas, inseridos nos tecidos da planta, de preferência, na metade basal das primeiras folhas das plantas jovens (Heady et al. 1985). As ninfas se alimentam constantemente da seiva da planta e raramente abandonam o sítio de alimentação durante o seu desenvolvimento, posto que após a muda é fácil a observação das exúvias nas folhas (Perfecto, 1991).

O período embrionário, segundo Marín (1987), é de oito dias a 23,4°C e 83% de umidade relativa do ar. Tsai (1988) registrou que não ocorre eclosão de ninfas em ovos submetidos a temperaturas abaixo de 20°C. Entretanto, há eclosão normal das ninfas quando esses mesmos ovos são incubados, novamente, a temperaturas acima de 20°C, ou seja, a capacidade de reprodução desta espécie é muito alta. O período embrionário mais curto para *D. maidis* foi registrado por Daves (1966) com duração de cinco dias a 23,9°C.

A duração dos estádios ninfais de *D. maidis* podem variar conforme a temperatura. A 23,4°C e 83 % UR, os ínstaros I, II, III, IV e V tiveram duração média de 2,0; 2,0; 2,5; 3,0 e 3,0

dias, respectivamente (Marín 1987). Estudando sua biologia em temperaturas variando de 10 a 32°C, Tsai (1988) observou cinco ínstares com duração média variando de 2,3 (10°C) a 3,2 dias (32°C). Apenas em 3,1% dos indivíduos este autor verificou a ocorrência de seis ínstares.

Adultos de *D. maidis* medem cerca de 3 mm de comprimento e são de coloração palha, podendo apresentar-se mais escuros nas regiões geográficas altas e em tons claros com manchas em baixas altitudes (Triplehorn; Nault 1983; Oliveira 1996). A longevidade média dos adultos é de 16,3 dias para machos e de 42,1 dias para fêmeas a 23,4°C e 83% de UR (Marín 1987). Segundo Tsai (1988), a longevidade varia em função da temperatura, atingindo 66,6 dias a 10°C e 15,7 dias a 32,2°C. O autor observou ainda, que o período de pre-oviposição é de 8,5 dias, o de oviposição de 29,6 dias e a fecundidade média é de 128,7 ovos/fêmea.

Segundo Oliveira (2016) a cigarrinha é um inseto sugador de seiva, que causa danos diretos às plantas de milho e transmite dois enfezamentos, que consistem em doenças sistêmicas, causadas por mollicutes, que se desenvolvem no floema das plantas). Esses microrganismos são procariontes móveis, espiralados ou não, e sem parede celular. Além disso, a cigarrinha também é vetora do vírus da risca do milho (*Maize rayado fino vírus*).

2.1.1 Sintomas e agentes causais dos complexos de enfezamentos e vírus rayado fino

O "Enfezamento Vermelho" (Maize Bushy Stunt Phytoplasma) foi descoberto no México, em 1950 e em 1980 e demonstrou estar associado à presença de fitoplasma no floema das plantas de milho (Gordon et al., 1981). O sintoma dessa doença é variável em função da susceptibilidade dos híbridos e da temperatura ambiente (Nault, 1980) e, muitas vezes, difícil de distinguir daqueles causados por vírus. Entretanto, é possível detectar espiroplasma e fitoplasma por testes sorológicos, análises de DNA e microscopia eletrônica, para diagnose precisa do "Enfezamento Pálido" e do "Enfezamento Vermelho" (Raju; Nyland, 1981; Harrison et al., 1996; Davis, 1995).

Segundo Nault (1980) esses microrganismos são transmitidos de plantas de milho doentes para plantas de milho sadias, por insetos vetores. No Brasil, o milho é seu único hospedeiro, apesar de que a cigarrinha pode sobreviver em outras gramíneas, mas o milho é a planta em que o inseto é capaz de completar o seu ciclo. Cigarrinha do milho é única espécie de inseto vetor conhecida (Oliveira, 1996). A transmissão desses patógenos por essa é do tipo persistente propagativa, consistindo no período latente, entre a aquisição e o início da transmissão de cerca de quatro semanas (Nault, 1980). Os sintomas do enfezamento vermelho são, em geral, caracterizados por: avermelhamento generalizado, proliferação de espigas, redução da altura da

planta, devido ao encurtamento de entre nó e, dependendo da cultivar, perfilhamento nas axilas foliares ou na base da planta.

Os sintomas do enfezamento pálido caracterizam-se pela presença de faixas cloróticas ou esbranquiçadas, que se estendem da base em direção ao ápice das folhas, acentuada redução na altura das plantas e no tamanho das espigas, embora existam relatos de proliferação de espigas. Em geral, o sintoma dessa doença manifesta-se tipicamente na época do enchimento de grãos (Nault, 1980; Massola Jr., 1998). Os sintomas na fase reprodutiva do milho é outro indicativo da presença dos mollicutes (Lee et al., 1993; Harrison et al., 1996; Barros et al., 2001).

2.2 Percevejo castanho

Os percevejos fitófagos (ordem: Hemiptera) são as pragas mais importantes da soja e algumas espécies afetam a cultura do milho no Brasil. Por se alimentarem dos grãos, influenciam no rendimento e sua qualidade. Os mais importantes são os pentatomídeos (família: Pentatomidae), sugadores de grãos, seguidos pelo percevejo-castanho ou percevejo-enterrador (família: Cydnidae), que suga as raízes. O primeiro registro de percevejo castanho no Brasil ocorreu no final do século XIX, quando Perty descreveu a espécie *Scaptocoris castanea* (Becker, 1967), a partir de exemplares procedentes do Piauí e o primeiro registro dessa espécie em lavouras ocorreu em arroz em Minas Gerais (Lis et al., 2000).

Até o início da década de 90, a ocorrência dessa praga era esporádica em várias regiões e culturas, com alguns surtos nas décadas de 40, 60 e 80. A partir de 1984, o problema em soja e outras culturas anuais começaram a ser cada vez mais frequente e, nos últimos anos, o complexo de percevejos castanhos tem causado grandes prejuízos em lavouras de soja, algodão e milho, principalmente nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo e Minas Gerais (Becker, 1996; Picanço et al., 1999; Oliveira et al. 2003).

2.2.1 Sintomatologia do ataque do percevejo castanho

De acordo com Souza (2002) o sintoma inicial de ataque dos percevejos castanhos se dá pelo aparecimento de reboleiras ou manchas de plantas amareladas e, posteriormente secas nas lavouras ou pastagens, que podem atingir vários hectares. Em muitos casos, quando estes sintomas de ataque são evidenciados, os danos são irreversíveis, já que as plantas atacadas apresentam atraso no desenvolvimento, murcham, secam e morrem (Oliveira et al., 2000). Os

danos ocasionados pelos percevejos castanhos são devidos ao hábito sugador de adultos e ninfas, que se alimentam da seiva das plantas através das raízes (Souza, 2002; Gallo et al., 2002).

Uma das formas para identificar a presença dos percevejos castanhos no solo, pode também ser notada pelo odor característico proveniente das substâncias de alarme nestes insetos, liberadas no momento em que o solo é revolvido (Sales júnior; Medeiros, 2001).

2.2.2 Biologia

Estudos biológicos sobre percevejos castanhos são escassos, devido principalmente, as dificuldades para a sua manutenção e criação em laboratório, os quais são sensíveis à variação ambiental. O período ovo-adulto tem aproximadamente 150 a 180 dias e os adultos apresentaram longevidade em torno de 150 dias; com período de pré-oviposição de 18,2 dias, em média. O período ninfal compreende cinco ínstaes e tem duração de 145 dias, em média. Os ovos dos percevejos castanhos apresentam um período de incubação de cerca de 30 dias, sendo depositados em profundidades diferentes, no interior do solo (Sales Júnior; Medeiros, 2001).

2.2.3 Dinâmica e distribuição populacional no perfil do solo

As variações de umidade no perfil do solo, ao longo do ano, podem afetar a dinâmica populacional, distribuição e mobilidade dos percevejos castanhos (Roth, 1962; Medeiros, 2000; Oliveira; Fonseca, 2003; Oliveira; Malaguido, 2004). Nos períodos chuvosos, adultos e ninfas permanecem nas camadas superficiais do solo, enquanto que nos períodos mais secos aprofundam-se, podendo atingir mais de 1,5 m de profundidade (Oliveira et al., 2000). Para *S. castanea* em soja, Oliveira e Malaguido (2004), determinaram que as amostragens devem ser realizadas, em profundidades diferentes, dependendo da época do ano e da localização das populações dos percevejos castanhos no perfil do solo.

2.3 Lagarta do cartucho do milho

Spodoptera frugiperda é uma das mais importantes pragas da cultura do milho, no Brasil. Alimenta-se em todas as fases de desenvolvimento da cultura, mas tem preferência por cartuchos de plantas jovens e pode causar perdas significativas, se não controlada. Embora esse inseto tenha

sido reconhecido como praga por quase 200 anos, tem-se relatado que as reduções nos rendimentos de milho provocadas pela lagarta do cartucho chegam a 38% (Carvalho, 1970).

2.3.1 Distribuição

O inseto pode ser encontrado nas Américas e em algumas ilhas a oeste da Índia. Nos Estados Unidos, sobrevivem, no inverno, nas regiões tropicais do sul da Flórida e Texas. Dali, as mariposas migram durante a primavera, verão e outono, podendo se deslocar a grandes distâncias, atingindo as regiões ao norte do país até o Canadá. No Brasil, em função da alimentação diversificada e disponível o ano todo e das condições de clima favoráveis ao inseto, a sua distribuição geral em todas as regiões do território nacional (Cruz, 1995).

2.3.2 Ciclo de vida

É um inseto com metamorfose completa, isto é, durante seu ciclo de vida passa por quatro fases distintas: ovo, larva, pupa e adultos. Os ovos são colocados em massas, não havendo, aparentemente, local preferido na planta. Essa não preferência por local de oviposição pode ser devido à natureza polífaga da larva, ou seja, independentemente de onde os ovos sejam colocados, haverá sempre uma grande probabilidade de a larva encontrar um alimento adequado. O número de posturas por fêmea varia bastante. Foi observado um máximo de 13 posturas por fêmea e que um só indivíduo pode realizar até oito posturas em um só dia (Cruz, 1995).

2.4 Controle biológico

Segundo Cruz (1995) uso de inseticidas químicos na agricultura mundial teve papel importante no incremento das reservas alimentares. Por muitos anos, os agricultores basearam-se exclusivamente naqueles produtos químicos para protegem sua lavoura. Além de alta eficácia, os inseticidas químicos são de custo relativamente baixo e de ação rápida.

Entretanto, a maioria apresenta grandes desvantagens, tais como efeitos adversos a inimigos naturais, favorecem o aparecimento de pragas resistentes ou surtos de pragas secundárias, presença de resíduos tóxicos nos alimentos, além dos riscos diretos ao aplicador e ao meio ambiente como um todo (Cruz, 1995).

Com todos esses problemas, aliados às pressões da sociedade, contra a utilização de tais produtos, têm-se pesquisado, métodos alternativos de controle de pragas, para uso isoladamente

ou para integração com outros métodos. O controle biológico constitui tática importante e fundamental em programas de manejo integrado de pragas, representando alternativa viável ao uso unilateral de produtos químicos de amplo espectro de ação (Cruz, 1995).

Por definição, o controle biológico é a ação de parasitoides, predadores ou patógenos que mantêm as densidades de outros organismos em uma média mais baixa do que ocorreria em sua ausência, ou simplesmente, o restabelecimento do balanço da natureza. É um fenômeno natural ou, em outras palavras, é a redução de indivíduos de uma praga, pela ação de um inimigo natural, dirigida ou causada pela interferência do homem, a um nível tal que a praga deixa de ser um problema econômico (Cruz, 1995).

REFERÊNCIAS

BARROS, T. S. L.; DAVIS, R. E.; RESENDE, R. O. Design of a polymerase chain reaction for specific detection of corn stunt spiroplasma, *Spiroplasma kunkelii*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 85, n. 5, p. 475 – 480, 2001.

BECKER, M. Estudos sobre a subfamília Scaptocorinae na região neotropical (Hemiptera: Cydnidae). **Arquivos de Zoologia**, v. 15, n. 4, p. 291-325, 1967.

BECKER, M. Uma nova espécie de percevejo-castanho (Heteroptera: Cydnidae: Scaptocorinae) In: PRAGA DE PASTAGENS DO CENTRO-OESTE DO BRASIL, 1996, Londrina. **Anais...** Londrina: Sociedade Entomologia do Brasil, v. 25, n. 1, p. 95-102, 1996.

BUSHING, R. W.; BURTON, V. E. Leafhopper damage to silage corn in California. **Journal of Economic Entomology**, v. 67, n. 5, p. 656- 658, 1974.

CARVALHO, R. P. L. **Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, E7973 e susceptibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo.** 1970 70f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1970.

CRUZ, I. **A lagarta do cartucho na cultura do milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1995. 45p. (Embrapa/CNPMS. Circular Técnica, 21)

CRUZ, I. Manejo Integrado de pragas de milho com ênfase para o controle biológico. In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS, 4., 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Entomológica do Brasil, 1995. p. 48-92.

DAVES, R. Biology of the leafhopper *Dalbulus maidis* at selected temperatures. **Journal of Economic Entomology**, v. 59, n. 3, p. 766, 1966.

DAVIS, R. E. Fitoplasmas: fitopatógenos procarióticos sem parede celular, habitantes de floema e transmitidos por artrópodes. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 3, p. 1-27, 1995.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GORDON, D. T.; KNOKE, J. K.; SCOTT, G. E. **Virus and virus like diseases of maize in the United States**. Wooster: Ohio Agricultural Research and Development Custer, 1981. 210p.

HARRISON, N. A.; RICHARDSON, P. A.; TSAI, H. PCR assay for detection of the phytoplasma associated with maize bushy stunt disease. **Plant Disease**, v. 80, n. 3, p. 263-269. 1996.

HEADY, S.E.; MADDEN, L.V.; NAULT, L. R. Oviposition behavior of *Dalbulus* leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 78, n. 6, p. 723-727, 1985.

LEE, I.M.; HAMMONS, R.W.; DAVIS, R.E.; GUNDERSEN, D.E. Universal amplification and analysis of pathogen 16S rDNA for classification and identification of mycoplasma-like organisms. **Phytopathology**, v. 83, n. 8, p. 834-842, 1993.

LIS, J.A.; BECKER, M.; SCHAEFER, C.W. Burrower bugs (Cydnidae), p. 405-419. In: SCHAEFER, C.W.; PANIZZI, A.R. (eds.) **Heteroptera of economic importance**. Boca Raton: CRC Press LLC, 2000. 828p.

MARÍN, R. Biología y comportamiento de *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae). **Revista Peruana de Entomología**, v. 30, p. 113-117, 1987.

MASSOLA JUNIOR, N. S. **Avaliação de danos causados pelo enfezamento vermelho e enfezamento pálido na cultura do milho**. 1998. 75f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/ Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

MEDEIROS, M. O. **Influência dos fatores climáticos na dinâmica populacional dos percevejos castanhos *Atarsocoris brachiariae***. 2000. 97f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2000.

NAULT, L. R.; DELONG, D. M.; TRIPLEHORN, B. W.; STYER, W. E.; DOEBLEY, J. F. More on the association of *Dalbulus* (Homoptera-Cicadellidae) with Mexican *Tripsacum* (Poaceae), including the description of two new species of leafhoppers. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 76, n. 2, p. 305-309, 1983.

NAULT, L.R. Maize bushy stunt and corn stunt: a comparison of disease symptoms, pathogen host ranges, and vectors. **Phytopathology**, v. 70, n. 7, p. 659 – 662, 1980.

OLIVEIRA, C. M. de; SABATO, E. de O. (ed.). **Doenças em milho: insetos-vetores, mollicutes, vírus**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 372p.

OLIVEIRA, C. M. **Variações morfológicas entre populações de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Homoptera:Cicadellidae) em algumas localidades do Brasil**. 1996. 70f. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

OLIVEIRA, E. D. M.; PASINI, A.; FONSECA, I. C. B. Association of the soil bug *Atarsocoris* sp. (Hemiptera: Cydnidae), with the weed *Senecio brasiliensis* Less. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 1, p. 155-157, 2003.

OLIVEIRA, J. L.; MALAGUIDO, A. B. Flutuação populacional do percevejos castanhos da raiz, *Scaptocoris castanea* Perty (Hemiptera: Cydnidae), no perfil do solo em áreas produtoras de soja nas regiões centro-oeste e sudeste do Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 3, p. 283-291, 2004.

OLIVEIRA, L.J.; MALAGUIDO, A.B.; NUNES JÚNIOR, J.; CORSO, I.C.; DE ANGELIS, S.; FARIAS, L.C.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; LANTMANN, A.F. **Percevejos castanhos da raiz em sistemas de produção de soja**. Londrina: Embrapa-Soja, 2000b. 44 p.

PERFECTO, I. Ants (Hymenoptera:Formicidae) as natural control agents of pests in irrigated maize in Nicaragua. **Journal of Economic Entomology**, v. 84, n. 1, p. 65-70, 1991.

PICANÇO, M.; LEITE, G. L. D.; MENDES, M.C.; BORGES, V. E. Ataque de *Atarsocoris brachiariae* Becker, uma nova praga das pastagens em Mato Grosso, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 885-890, 1999.

RAJU, B. C.; NYLAND, G. Enzyme-linked immune sorbent assay for the detection of corn stunt spiroplasma in plant and insect tissues. **Current Microbiology**, v. 5, p. 101-104, 1981.

ROTH, L. M. A study of the odoriferous gland of *Scaptocoris divergens* (Hemiptera: Cydnidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 54, n. 6, p. 900-911, 1961.

SALES JÚNIOR, O.; MEDEIROS, M. O. Percevejos castanhos da raiz em pastagens. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA SOBRE PRAGAS DE SOLO, 8., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa-Soja, 2001. p. 71-78.

SILVA, H. P.; PEREIRA, O. A. P.; MACHADO, J.; MONELLI, V. L. Identificação e controle das doenças do milho. **Informativo Coopercitrus**, v. 6, p. 18-24, 1991.

SOUSA, C. R. **Composição Populacional e Mobilidade no Solo dos Percevejos castanho *Atarsocoris brachiariae* (Hemiptera: Cydnidae)**. 2002. 26p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

TSAI, J. H. Bionomics of *D. maidis* (DeLong & Wolcott), a vector of mollicutes and virus (Homoptera: Cicadellidae). In: MARAMOROSCH, S. P.; RAYCHAUDHURI, S. P. (ed.) **Mycoplasma diseases of crops: basic and applied aspects**, NewYork: Spring -Verlag, 1988. p 209-221.

WAQUIL, J.M. Amostragem e abundância de cigarrinhas e danos de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Homoptera:Cicadelidae) em plântulas de milho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 1, p. 27-33, 1997.

CAPITULO 1

CONTROLE DE PRAGAS DA PARTE AÉREA DO MILHO COM FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS NO CERRADO

RESUMO

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o controle biológico da cigarrinha e da lagarta do cartucho do milho no Cerrado. Para tanto, foram realizados três experimentos na safrinha de 2019, dado que, dois destes, destinados à primeira praga e um terceiro à última. Todos, conduzidos na área experimental do CIT Gapes, em delineamento de blocos casualizados, repetidos por quatro vezes. Para o controle da cigarrinha foram utilizados os seguintes tratamentos: uma testemunha, *Metarhizium anisopliae* IBCB 425 (500 e 1000 ml de p.c. ha⁻¹), *Beauveria bassiana* IBCB66 (500 e 1000 gr de p.c. ha⁻¹), *M. anisopliae* IBCB 425 + *B. bassiana* IBCB66 (500 + 500 ml/g de p.c. ha⁻¹) e imidacloprido + acefato (150 g de p.c. ha⁻¹ + 1000 g de p.c. ha⁻¹). Estes foram replicados, visto a implantação separada de dois híbridos, um considerado tolerante e outro sensível ao complexo de enfezamentos. O experimento relativo à lagarta foi implementado com os seguintes tratamentos: uma testemunha, *M. anisopliae* IBCB 425 nas doses: 500, 1000, 1500 e 2000 ml de p.c. i.a ha⁻¹ e metomil (1000 ml de p.c. ha⁻¹). Referente ao controle da cigarrinha do milho houve efeito de superioridade da aplicação de *M. anisopliae* comparado à *B. bassiana*, porém não diferiram do tratamento químico, o qual resultou em maior produtividade de grãos. Após 5 dias da aplicação, os tratamentos contendo *M. anisopliae* nas doses de 1000 e 1500 ml. ha⁻¹ revelaram menores notas de danos nas folhas, porém não se diferiram do tratamento químico para controle da lagarta do cartucho.

Palavras-chave: *Beauveria bassiana*; cigarrinha do milho, enfezamentos do milho; lagarta do cartucho do milho, *Metarhizium anisopliae*.

CHAPTER 1

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the biological control of the leafhopper and *Scaptocoris castanea* of the corn in the Cerrado. Therefore, three experiments were realized in the 2019 off-season, given that two of these were destined for the first plague and a third for the last. All, conducted in the experimental area of CIT Gapes, in randomized blocks, repeated four times. For the control of leafhoppers, the following treatments were used: a witness, *Metarhizium anisopliae* IBCB 425 (11 e 22 1×10^8 g/L i.a ha^{-1}), *Beauveria bassiana* IBCB66 (25 e 50 $1,90 \times 10^9$ g/Kg i.a ha^{-1}), *M. anisopliae* IBCB 425 + *B. bassiana* IBCB66 (11 1×10^8 g/L + $251,90 \times 10^9$ g/Kg i.a ha^{-1}) and imidacloprid + acephate (105 g i.a. ha^{-1} + 970 g i.a. ha^{-1}). These were replicated, considering the separate implantation of two hybrids, one considered tolerant and the other sensitive to the complex of udders. The experiment related to the caterpillar was implemented with the following treatments: a witness *M. anisopliae* IBCB 425 in this doses: 11, 22, 33 e 44 1×10^8 g/L i.a ha^{-1} and methomyl (215 g i.a. ha^{-1}). Regarding the control of the corn leafhopper, there was a superior effect of the application of *M. anisopliae* copared to *B. bassiana*, however they did not differ from chemical treatment, which resulted in higher productivity of grains. After 5 days of application, treatments containing *M. anisopliae* at doses of 22 and 33 1×10^8 g / L a.i. ha^{-1} revealed lower notes of leaf damage, however, they did not differ from the chemical treatment to control the armyworm.

Key-Words: *Beauveria bassiana*; corn leafhopper; corn stalks; corn armyworm; *Metarhizium anisopliae*.

1 INTRODUÇÃO

Na safreinha 2015/2016, lavouras de milho apresentaram redução na produtividade devido à alta infestação da cigarrinha do milho, a qual por anos, não se manifestava em altas populações. No entanto, muitos produtores e técnicos não continham informações para realizar um manejo preciso e evitar perdas de produtividade, visto que apenas aplicações de inseticidas não foram eficazes para o controle, sobretudo aumentando o custo de produção e, inviabilizando o cultivo do cereal em muitas propriedades.

A referida praga causa danos às plantas de milho pela extração de seiva, injeção de saliva tóxica e, principalmente, pela inoculação de agentes causadores de doenças, como micoplasmas e vírus. Esses patógenos podem causar perdas de até 100% da produção na cultura, dependendo da época da infecção e do híbrido utilizado (Waquil et al. 1996). Agentes patogênicos como o *Spiroplasma kunkelii* (corn stunt spiroplasma - CSS), o fitoplasma do milho (maize bushy stunt phytoplasma - MBSP) e o vírus da risca do milho (maize rayado fino virus - MRFV), causam as doenças de enfezamento do milho e viroses, como o rayado - fino. Essas, levam as plantas de milho ao secamento de maneira precoce ou ocasionam déficit do enchimento de grãos (Kitajima et al., 1984; Kitajima; Nazareno, 1985)

Outro grande desafio enfrentado anualmente pelos produtores, técnicos e agrônomos é a presença da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) considerada como a principal praga da cultura do milho no Brasil. Seu ataque ocorre em todos os estádios de desenvolvimento da cultura, podendo gerar perdas de até 38% na produção (Viana et al., 2006). O manejo de pragas nas principais culturas tem sido realizado apenas com o uso de inseticidas químicos, em especial visando ao controle da lagarta do cartucho. O uso desse tipo de controle visa minimizar a ação da praga de forma mais rápida, evitando, assim, perdas de produtividade (Cruz et al., 1999). O uso excessivo de produtos químicos acarreta uma série de problemas ao meio ambiente e à saúde humana, além de acelerar o processo de resistência de diversas pragas aos inseticidas ou mesmo afetar a população de inimigos naturais (Morillo; Notz, 2001; Figueiredo et al., 2006).

A utilização de fungos entomopatogênicos visando ao controle de insetos-praga tem aumentado significativamente em diversas culturas, principalmente por ser uma alternativa eficaz e sustentável (Gutierrez et al., 1995; Martins et al., 2009). Dentre os agentes de biocontrole, os fungos das espécies *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* têm destaque no controle de pragas em várias culturas (Thomazoni et al., 2009).

Diante da problemática levantada o presente estudo teve como objetivo avaliar o controle da cigarrinha e da lagarta do cartucho do milho por meio da utilização de produtos à base de fungos entomopatogênicos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos na safrinha 2019, no Centro de Inovações Tecnológicas do Grupo Associado de Pesquisa do Sudoeste Goiano (CIT/Gapes), na região de Rio Verde, GO, localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 17° 52'11,1'' S e 50° 55'61,9'' O, a 735 metros de altitude.

A área dos experimentos encontrava-se com a presença de palha de soja, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (Embrapa, 2013). Onde os valores encontrados na profundidade de 0-20 m através da análise de solo, foram as seguintes: pH (CaCl₂): 4,80; M.O: 2,7 g dm⁻³; P extrator Mehlich: 5,7 mg dm⁻³; H⁺ Al: 4,7; K: 0,15; Ca: 2,49; Mg: 0,60; T: 7,94 cmolc dm⁻³ e Saturação por base V(%): 41. Com as seguintes características textural: areia 51%: argila 42% e silte 7% classificada como argilosa. Os dados da precipitação pluviométrica e temperatura média do ar, durante a condução dos experimentos, estão apresentados na Figura 1,

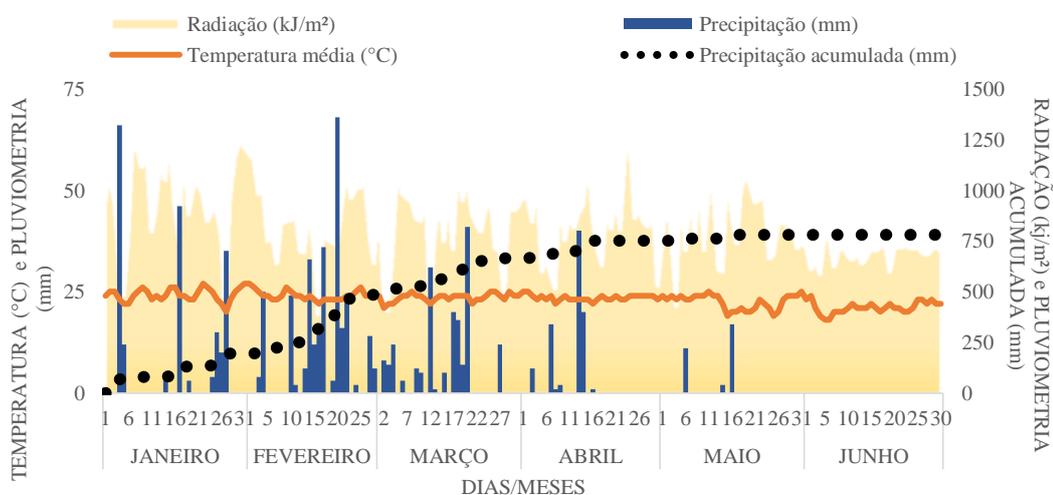


Figura 1 - Dados pluviométricos e temperatura média do ar em Rio Verde, GO, no período de janeiro a junho de 2019.

Experimento: controle da cigarrinha do milho.

Foram conduzidos dois experimentos, separadamente. Cada qual, com um híbrido comercial distinto, baseando-se como critério para escolha dos materiais a sensibilidade que estes apresentam ao complexo de enfezamentos, selecionando um material sensível e um tolerante. O híbrido de milho sensível utilizado foi o P30F53, de características comerciais de elevado teto produtivo, ampla adaptação e estabilidade produtiva, precocidade e boa qualidade de grãos. O híbrido tolerante, foi o P3707, de alto teto produtivo, boa estabilidade, ciclo médio e uma opção vantajosa para safrinha. Ambos os híbridos, possuem como empresa detentora a Pioneer® (Pioneer, 2020).

Em ambos os experimentos, o delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, repetidos por quatro vezes, com emprego de 7 tratamentos, os quais foram listados na Tabela 2. As parcelas foram dimensionadas com 6 m de comprimento por 6 m de largura (12 linhas espaçadas de 0,50 m), totalizando área total de 36 m². A área útil derivou-se do descarte de 2 m de cada extremidade (bordadura) da parcela, totalizando 16m² de área útil.

Tabela 1 - Tratamentos utilizados e respectivas dosagens dos inseticidas pulverizados, na safrinha 2019 em Rio Verde – GO.

Tratamentos	Dose (g ou mL p.c. ha ⁻¹)
Testemunha	-
<i>Metarhizium anisopliae</i> IBCB 425*	500
<i>Metarhizium anisopliae</i> IBCB 425*	1000
<i>Beauveria bassiana</i> isolado IBCB 66**	500
<i>Beauveria bassiana</i> isolado IBCB 66**	1000
<i>Beauveria bassiana</i> **+ <i>Metarhizium anisopliae</i> *	500 + 500
imidacloprido + acefato	150 + 1000

*propágulos viáveis mL⁻¹: 1,0 x 10⁸ g/Kg

** unidade formadora de colônia: 1,90 x 10⁹g/L

A semeadura dos experimentos foi realizada em 25/02/2019 e 01/03/2019, para o híbrido sensível e tolerante, respectivamente. A instalação do experimento se deu fora da época ideal de semeadura para o milho, devido à falta de população significativa de cigarrinha na região.

A distribuição de sementes foi realizada por semeadora pneumática, regulada para distribuir 55 mil sementes ha⁻¹. A adubação foi realizada a lanço, conforme análise de solo, para sistema integrado soja e milho, aplicada antes da semeadura da oleaginosa em 500 kg ha⁻¹ do formulado 00-20-20. Na cobertura do milho, foi aplicado a lanço 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio. O

manejo fitossanitário como controle de plantas daninhas e doenças foi realizado conforme as necessidades técnicas da cultura durante toda a condução do experimento.

Para compor os tratamentos, foram realizadas quatro aplicações de cada produto, com a utilização de um pulverizador costal pressurizado a CO₂, equipado com bicos contendo ponta tipo leque, modelo TT-110015, regulado em pressão constante para aplicar o equivalente a 150 L ha⁻¹ de volume de calda. Os tratamentos foram aplicados a 50 cm das plantas. Os dados relacionados às datas de aplicações e condições ambientais na ocasião em que estas foram realizadas estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 2 – Datas e condições ambientais do momento das aplicações. Rio Verde (GO), 2019.

Aplicações	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Condições de aplicação (híbrido sensível - P30F53)				
Data	30/03/2019	03/04/2019	06/04/2019	09/04/2019
Hora início	17:30	18:10	17:00	16:50
Hora final	18:10	18:45	17:40	17:25
Temperatura (°C)	25	28	28	27
UR (%)	71	75	78	73
V. Vento (km h ⁻¹)	6,1	5,5	5,9	6,4
Condições de aplicação (híbrido tolerante – P3707)				
Data	13/05/2019	16/05/2019	19/05/2019	22/05/2019
Hora início	17:00	18:10	18:15	17:45
Hora final	17:30	18:40	18:55	18:30
Temperatura (°C)	28	27	28	28
UR (%)	62	69	65	67
V. Vento (km h ⁻¹)	5,2	6,1	7,0	6,8

Por se tratar de fungos, as aplicações foram realizadas, ao final da tarde de forma a proporcionar melhores condições de ação dos produtos biológicos (umidade e período de molhamento foliar), com a umidade relativa acima de 60%, e temperaturas abaixo dos 29°C. O critério para realizar 4 aplicações foi para avaliar o efeito acumulativos dos agentes de biocontrole a fim de proporcionar as melhores condições para os biológicos expressar o maior potencial. As aplicações foram realizadas assim que a testemunha apresentava uma média de 2 cigarrinhas.

Ao final das aplicações foram realizadas as seguintes avaliações de contagem do número de cigarrinhas em dez plantas contínuas em cada parcela, aos 3, 5, 7 e 10 dias após a última aplicação (DAA). Após a contagem dos insetos foi utilizado a fórmula de Abbott (1925) para obter a eficácia de controle dos tratamentos em relação à testemunha. Além disso, foi mensurada a altura de plantas no início do estágio reprodutivo, por meio da medição da

distância da superfície do solo até a inserção da folha bandeira. Após a colheita foram realizadas avaliações do número de fileiras e de grãos por fileiras na espiga e produtividade grãos, corrigidas a umidade para 13%. A colheita do híbrido sensível foi realizada em 22 de julho de 2019, manualmente. Foram colhidas dez espigas de forma contínua na área útil da parcela.

Para o híbrido tolerante foi avaliado apenas o controle de cigarrinha, visto que para os demais parâmetros (altura de plantas, componentes de rendimento e produtividade) devido à semeadura tardia, na qual houve ausência de chuvas comprometendo assim, os dados de produtividade.

Após a obtenção dos dados, efetuou-se a análise de variância com a utilização do software Assistat (SILVA, 2016). Para tanto, foram realizados os testes de normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias. Quando constatada significância para determinada variável-resposta, procedeu-se a comparação dos tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Experimento: lagarta do cartucho do milho.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, repetidos por quatro vezes. O experimento foi executado com 6 tratamentos, sendo os seguintes tratamentos, representados na Tabela 5.

As parcelas foram dimensionadas em 6m de comprimento por 3m de largura, totalizando 6 linhas espaçadas 0,5 m entre elas e uma área de 18 m². A área útil derivou-se do descarte de 0,5 m de cada extremidade (bordadura) da parcela. O híbrido utilizado foi o P30F53, tendo como característica um elevado teto produtivo, ampla adaptação e estabilidade produtiva, precocidade e boa qualidade de grãos, o qual possui como empresa detentora Pioneer[®].(Pioneer 2020).

Tabela 3 – Tratamentos utilizados e respectivas dosagens dos inseticidas pulverizados, na safrinha 2019 em Rio Verde – GO.

Tratamentos	Dose (g ou ml p.c ha ⁻¹)
Testemunha	-
<i>Metarhizium anisopliae</i> IBCB 425*	500
<i>Metarhizium anisopliae</i> IBCB 425*	1000
<i>Metarhizium anisopliae</i> IBCB 425*	1500
<i>Metarhizium anisopliae</i> IBCB 425*	2000
Metomil	1000

*propágulos viáveis/mL: 1,0 x 10⁸

A semeadura do híbrido foi realizada no dia 01/03/2019. A distribuição de sementes foi efetuada por semeadora pneumática, regulada para distribuir 55 mil sementes ha⁻¹. Adubação conforme recomendações da análise de solo, sendo adubação de sistema para soja e milho, onde foi aplicado antes do plantio da soja, 500 kg ha⁻¹ do formulado 00-20-20; para adubação de cobertura, aplicado a lanço de 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Os manejos fitossanitários, como controle de plantas daninhas e doenças, foram realizados conforme as necessidades técnicas da cultura durante toda a condução do experimento. Foram realizadas quatro aplicações de cada produto, com a utilização de um pulverizador costal CO₂, equipado com bicos contendo ponta tipo leque modelo TT-110015, regulado com a pressão constante para aplicar o equivalente a 150 L ha⁻¹ de volume de calda. Os tratamentos foram aplicados a 50 cm do alvo. As datas das aplicações e condições ambientais estão descritas na Tabela 6.

Tabela 4 - Condições ambientais das aplicações e data de aplicações, do presente estudo na safrinha 2019 em Rio Verde – GO

Aplicações	Condições de aplicação			
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Data	13/03/2019	16/03/2019	19/03/2019	22/03/2019
Hora início	17:30	17:10	17:00	17:00
Hora final	18:00	17:30	17:30	17:30
Temperatura (°C)	28	27	28	28
UR (%)	60	69	65	67
V. Vento (km h ⁻¹)	5,7	5,9	6,2	6,1

As aplicações foram realizadas assim que a testemunha apresentava plantas com nota 3 de danos proposta pela escala Davis e Williams (1989). Foi avaliado apenas o controle da lagarta, sendo as avaliações realizadas: contagem de dez plantas continua com danos em cada parcela, aos 3; 5; 7; 10 dias após a última aplicação. Para quantificação dos danos foi utilizado à escala proposta por Davis e Williams (1989), onde 0 = representa ausência de danos no cartucho e 9 = total destruição do cartucho.

Após a obtenção dos dados, efetuou-se a análise de variância, com a utilização do software Assistat (SILVA, 2016). Em seguida, foram realizados os testes de normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias, os dados foram transformados em RAIZ (X + 0,5). Quando constatada significância para determinada variável-resposta, procedeu-se a comparação dos tratamentos por meio do teste Dunnett para comparação dos inseticidas biológicos com o químico e a regressão em função da curva de dose dos inseticidas biológicos ambos a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento: controle da cigarrinha do milho

O número médio de cigarrinhas diferiu entre os tratamentos avaliados para todos os intervalos de tempo (tabela 7). Na primeira avaliação, a qual foi realizada aos 3 dias após a última aplicação (3DAA), o tratamento de menor valor médio do número de indivíduos foi o químico, porém, não diferindo, dos tratamentos *M. anisopliae* e *B. bassiana* ambos na dose de 1000 ml. ha⁻¹ e associação de *B. bassiana* + *M. anisopliae*. Na segunda avaliação (5 DAA), apenas o tratamento químico diferiu em relação à testemunha, bem como *M. anisopliae* na dose de 500 ml. ha⁻¹.

Em trabalho de pesquisa, Oliveira et al. (2007) observaram que inseticidas utilizados no tratamento de sementes reduzem a população de *D. maidis* nos primeiros 15 dias da emergência da cultura, utilizando inseticidas sistêmicos que possuem uma maior translocação na planta. E inseticidas a base de imidacloprido possui registro no MAPA para controle e apresentam uma redução significativa no número de cigarrinhas do milho, o presente estudo corroboram com os dados obtidos por Oliveira et al. (2007).

Tabela 5 - Número médio de adultos e eficácia de inseticidas no controle da cigarrinha do milho, avaliados aos 3, 5, 7 e 10 DAA em híbrido sensível P30F53. Rio Verde (GO), 2019.

Produtos	Dose (g ou ml p.c. ha ⁻¹)	3 DAA	5 DAA	7 DAA	10 DAA	Controle Médio (%)
Testemunha	-	2,10 c	1,30 b	3,55 c	3,62 c	-
<i>Metarhizium anisopliae</i> IBCB 425	500	1,25 b	1,20 b	2,47 ab	1,45 ab	36
<i>Metarhizium anisopliae</i> IBCB 425	1000	0,92 ab	0,60 ab	1,95 b	1,95 b	49
<i>Beauveria bassiana</i> isolado IBCB 66	500	1,25 b	0,95 ab	2,97 ab	1,97 b	33
<i>Beauveria bassiana</i> isolado IBCB 66	1000	1,00 ab	0,75 ab	3,07 ab	2,20 b	37
<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	500 +500	1,02 ab	0,67 ab	3,60 c	1,95 b	37
Imidacloprido + acefato	150 + 1000	0,52 a	0,40 a	0,47 ^a	0,67 a	78
C.V. %		20,56	17,94	22,98	23,77	

*Valores seguidos de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Apenas o tratamento *B. bassiana* + *M. anisopliae* não diferiu da testemunha na avaliação realizada aos 7 DAA. Os tratamentos biológicos não apresentaram diferença entre si, entretanto, aplicação feita com o tratamento químico refletiu em menor valor de indivíduos, porém não se diferiu da aplicação do *M. anisopliae* na dose de 500 ml.ha⁻¹. Na última avaliação (10 DAA) todos os tratamentos diferiram da testemunha e novamente, o químico inferiu em

menos indivíduos com porcentagem de controle de 78%. Entre os tratamentos biológicos, maior eficácia de controle foi observado com *M. anisopliae* IBCB 425 na maior dose. Em relação aos tratamentos contendo *B. bassiana*, o maior controle foi em torno de 37%, portanto, *M. anisopliae*, foi superior a *B. bassiana* em 12%, números esses, não suficientes para atingir níveis de controle satisfatórios, de forma a evitar que a praga cause danos na cultura.

O fungo *B. bassiana* teve desempenho médio inferior em comparação à espécie *M. anisopliae* para controle da cigarrinha-do-milho. Testes laboratoriais utilizando diferentes cepas de *B. bassiana* e *M. anisopliae* também apontaram resultados de mortalidade da cigarrinha do milho e percentagem de esporulação, superiores para o segundo fungo (Toledo et al., 2007).

A penetração fúngica de *B. bassiana* no hospedeiro é dificultada ao nível cuticular por diversas barreiras químicas, como compostos secundários (fenóis, quinonas e lipídios), bem como pela presença de bactérias antagônicas, dado que a maioria de cepas bacterianas isoladas da cutícula da cigarrinha do milho inibem o crescimento do fungo *B. bassiana* (Toledo et al., 2011). Isso pode explicar a baixa eficácia observada, mas não por completo, visto a razão da alta virulência para *M. anisopliae* associado ao fato de ambos os fungos possuírem semelhante dinâmica infecciosa.

A aplicação de *B. bassiana* na menor dose não se diferiu significativamente da testemunha (Tabela 8). Essa característica pode ser influenciada pela presença da cigarrinha do milho devido ao hábito de sucção da seiva, interferindo na distribuição de fotoassimilados, causando uma redução no porte das plantas. O químico não se diferenciou dos tratamentos 3 e 6. (*Metarhizium anisopliae* IBCB 425) e (*B. bassiana* + *M. anisopliae*) respectivamente.

Tabela 6 - Valores médios de altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), número de fileiras de grãos (NF), número de grãos por fileiras (NGF) e produtividade de grãos (PG) do híbrido P30F53, submetido à aplicações de diferentes inseticidas para o controle da cigarrinha do milho, Rio Verde, GO, safrinha 2019

Produtos	Dose (g ou ml p.c. ha ⁻¹)	Altura de plantas	Diâmetro de colmo	Número de fileiras	Número Grãos p/ fileira	Produtividade e. (kg/ha ⁻¹)
Testemunha	-	1,57 c	21,34 a	13,66 a	28,23 b	4897 d
<i>Metarhizium anisopliae</i> IBCB 425	500	1,68 b	22,73 a	14,90 a	35,60 a	5890 c
<i>Metarhizium anisopliae</i> IBCB 425	1000	1,70 ab	22,43 a	15,62 a	36,73 a	6482 b
<i>Beauveria bassiana</i> isolado IBCB 66	500	1,64 bc	24,00 a	15,73 a	38,08 a	5762 c
<i>Beauveria bassiana</i> isolado IBCB 66	1000	1,67 b	23,21 a	15,03 a	37,33 a	5486 c

<i>Beauveria bassiana</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	500 +500	1,69 ab	24,23 a	14,93 a	37,66 a	5525c
<i>Imidacloprido</i> + <i>Acefato</i>	150 + 1000	1,77 a	23,66 a	16,25 a	36,86 a	7764 a
C.V. %			2,23	8,04	9,06	4,79

*Valores seguidos de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Para as avaliações de diâmetro de colmo e número de fileiras, não houve efeito dos tratamentos. Apesar dos tratamentos demonstrarem variações de controle da praga, esses componentes. Todos os tratamentos se diferenciaram significativamente da testemunha para característica número de grãos por fileira. Referente à produtividade de grãos, o tratamento químico foi superior aos demais, por sua vez, 63% maior em relação à testemunha. Esse resultado evidencia a importância do controle da cigarrinha do milho e de outras pragas como a lagarta do cartucho do milho, visto que essas pragas podem causar danos diretos e indiretos a cultura do milho.

Entre os tratamentos biológicos, o que apresentou a maior produtividade foi *M. anisopliae* na dose superior, cerca de 6482 kg ha⁻¹ em relação ao outro agente de biocontrole utilizado *B. bassiana* a maior produtividade observada foi de 5762 kg ha⁻¹, 720 kg a menos que aplicação de *M. anisopliae* se diferindo significativamente entre eles. Associação entre o *B. bassiana* e *M. anisopliae* em média produziu cerca de 5525 kg ha⁻¹ não se diferindo significativamente da aplicação de *M. anisopliae* e *B. bassiana* nas duas doses testada.

No experimento realizado com o híbrido tolerante P3707, foi observado maior número de cigarrinhas na testemunha, em relação ao conduzido com híbrido sensível e ao longo das avaliações esse número foi progredindo à exceção da última (10 DAA). (Tabela 9). Tal fato pode ser explicado pela época de semeadura do híbrido tolerante ter sido mais tardia em relação ao sensível, sobretudo o aumento da população associado ao deslocamento da praga.

Na primeira avaliação, realizada aos 3DAA, aplicação do *M. anisopliae* 500 ml. ha⁻¹, *B. bassiana* 1000 ml. ha⁻¹ e a associação de *M. anisopliae* + *B. bassiana* não diferiram significativamente da testemunha. O tratamento com menor número de cigarrinha foi observado na aplicação de imidacloprido + acefato, resultou em uma média de 1,40 de indivíduos apresentando maior eficácia em relação aos tratamentos biológicos. Entre os inseticidas biológicos os que diferiram da testemunha foram *M. anisopliae* e *B. bassiana* na maior e menor dose, respectivamente.

Tabela 7 - Número médio de adultos e eficiência média dos inseticidas no controle da cigarrinha do milho, avaliados aos 3; 5; 7; e 10 dias após aplicação (DAA) na safrinha de 2019 em híbrido tolerante P3707 em Rio Verde, GO

Produtos	Dose (g ou ml p.c. ha ⁻¹)	3 DAA	5 DAA	7 DAA	10 DAA	Controle Médio (%)
Testemunha	-	6,30 c	7,37 b	7,22 b	7,90 c	-
<i>Metarhizium anisopliae</i> IBCB 425*	500	4,80 bc	2,60 a	3,89 a	6,33 bc	38
<i>Metarhizium anisopliae</i> IBCB 425*	1000	3,76 b	1,80 a	3,80 a	5,46 b	48
<i>Beauveria bassiana</i> isolado IBCB 66**	500	4,46 b	2,26 a	3,52 a	6,43 bc	41
<i>Beauveria bassiana</i> isolado IBCB 66**	1000	4,81 bc	2,06 a	3,50 a	6,00 bc	42
<i>Beauveria bassiana</i> ** + <i>Metarhizium anisopliae</i> *	500 + 500	5,03 bc	2,46 a	3,57 a	5,40 b	41
Imidacloprido + Acefato	150 + 1000	1,40 a	1,90 a	3,72 a	1,83 a	69
C.V. %		6,14	8,94	9,58	6,51	

*Valores seguidos de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Na segunda e terceira avaliação, todos os tratamentos diferiram da testemunha, porém, não houve diferenças entre esses. Como agentes de biocontrole, geralmente necessitam de um período maior para esporular e infectar os indivíduos, é normal que nos primeiros dias de contato não se diferenciem da testemunha, principalmente quando a população de praga está elevada.

A última avaliação realizada aos 10DAA, os tratamentos que se diferiram da testemunha foram *M. anisopliae* 1000 ml. ha⁻¹, associação de *M. anisopliae* + *B. bassiana* e o tratamento químico Imidacloprido + Acefato (Tabela 10). Pode-se notar que, conforme realizadas as avaliações, o número de indivíduos no tratamento químico aumentou, o que pode ser relacionado ao efeito residual dos produtos sofrer um decréscimo ao longo do tempo, e o aumento do número de cigarrinha na testemunha. Referente aos tratamentos biológicos, quando comparado com avaliação de 3DAA, houve uma redução do número de cigarrinhas nas avaliações de 5 e 7DAA. Segundo Alves (1998), a ação dos fungos entomopatogênicos em insetos acontece de forma lenta. Produtos biológicos necessitam de um certo tempo para que possam estabelecer uma população, capaz de causar danos às pragas alvos.

Ao avaliarem a eficácia de diferentes inseticidas para o controle de *D. Maidis* no milho, observaram que o imidacloprido foi capaz de controlar a população de cigarrinha, por período relativamente longo demonstrando efeito residual. Maior efeito residual do produto pode propiciar à cultura, maior período de proteção, uma vez que a cigarrinha pode ocasionar redução

do peso da parte aérea e sistema radicular do milho, acarretando em perdas de produtividade de grãos (Martins et al. 2008).

avaliando o controle da cigarrinha do milho com diferentes inseticidas observaram que somente a utilização desses não é o suficiente, principalmente quando a população da praga se encontra numerosa e, como consequência, o aumento no número das aplicações dos inseticidas químicos pode selecionar indivíduos resistentes (Wangen et al. 2005).

Na última avaliação (10 DAA) dentre os tratamentos biológicos, apenas *M. anisopliae* e sua associação com *B. bassiana* diferiram da testemunha. Nenhum dos tratamentos apresentaram controle satisfatório da praga. De acordo com Gonçalves et al. (2016) os inseticidas devem apresentar uma eficácia igual ou superior a 80% em relação à testemunha. A eficácia relativa é obrigatória nos laudos de testes de Eficácia e Praticabilidade Agronômica de Agrotóxicos e afins, enviados ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para registro de novos produtos (Instrução Normativa SDA nº 36, de 24 de novembro de 2009).

Em ambos os híbridos, a porcentagem média de controle, em todas as avaliações, não atingiu o preconizado pelo MAPA. O tratamento químico foi o que apresentou a maior média de controle, 78% no ensaio com híbrido sensível e 69% no híbrido tolerante. A redução da porcentagem de controle entre os ensaios, pode estar relacionada com o aumento da cigarrinha no híbrido sensível, assim comprometendo a eficácia dos inseticidas, devido a época de plantio mais tardia. *M. anisopliae* na maior dose foi levemente superior à *B. bassiana*, porém, a melhor média de controle observada, 48%.

Experimento 2: lagarta do cartucho do milho.

Comparados os tratamentos, aos três dias após aplicação (3DAA), apenas a testemunha foi inferior ao controle químico. Com maior nota de danos causado pela lagarta do cartucho (Tabela 10). Os inseticidas biológicos, por sinal, não se diferiram do controle químico o qual é o tratamento comparativo.

Cinco dias após a aplicação, a testemunha, e o inseticida biológico na dose de 500 e 2000 ml.ha⁻¹ foram menos eficazes em relação ao controle químico, já a aplicação do *M. anisopliae* nas doses de 1000 e 1500 ml.ha⁻¹ significativamente foi igual ao controle químico até a avaliação de 5DAA. Em decorrer das avaliações a presença da lagarta do cartucho nas plantas de milho, aumentou significativamente quando comparamos a primeira com a segunda avaliação, onde a testemunha apresentava nota média de dano de 4,50 aos três dias e 7,00 aos cinco dias, o que dificulta o controle desta praga. Em uma escala de danos adaptada de Davis

et al. (1992) foi atribuída classificação para danos com nota 4, folhas com grandes lesões no cartucho, o que pode causar redução no porte da planta e comprometimento na produtividade de grãos.

Tabela 8 - Valores médios das características nota de danos após a aplicação dos tratamentos baseada na escala Davis, realizado na safrinha de 2019

Produtos	Dose (g ou ml p.c ha ⁻¹)	3	5	7	10
		DAA	DAA	DAA	DAA
Testemunha	-	4,50 *	7,00 *	7,33 *	8,33 *
<i>M. anisopliae</i> IBCB 425	500	3,47	4,17 *	4,50 *	6,13 *
<i>M. anisopliae</i> IBCB 425	1000	3,23	3,09	4,67 *	3,57 *
<i>M. anisopliae</i> IBCB 425	1500	3,23	3,70	5,21 *	4,63 *
<i>M. anisopliae</i> IBCB 425	2000	3,20	4,60 *	6,20 *	5,33 *
Metomil	1000	3,00	2,27	1,13	1,14
CV %		6,84	10,60	9,10	3,24

Medias seguidas por asterisco, diferem significativamente do tratamento químico pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade.

O inseticida biológico na dose de 1000 e 1500 ml. ha⁻¹ não diferiu do químico. 7DAA, nenhum dos tratamentos biológicos se diferiu da testemunha. Resultado que demonstra a ineficácia e adversidade do biocontrole da lagarta do cartucho.

Com uma dose menor, e em condições de laboratório (em que os resultados são os mais extremos possíveis), Gutierrez et al. (1995) verificaram que o fungo *M. anisopliae* causou 100% de mortalidade, após um período de 5 a 10 dias da aplicação na concentração de 4,11 x 10² conídios mL⁻¹, evidenciando, assim, o potencial desses agentes no controle de pragas.

Em trabalhos sob condições de campo, Canini et al. (2008), Afonso Junior (2009) e Canini et al. (2009) não observaram eficácia de controle dos fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* no controle de lagarta do cartucho em milho semeados na condição de safrinha, desta forma o presente estudo corroborando com o estudo dos referidos autores.

As diferentes doses dos inseticidas biológicos, houve comportamento quadrático pelo teste de regressão dos danos causados pela lagarta (Figura 2). Conforme baseado na escala Davis et al. (1992) de danos, a avaliação realizada aos três dias após aplicação a dose zero (testemunha), apresentou a maior nota de danos (4,5) fato que justifica aplicação de produtos para o controle da Lagarta do cartucho. A dose de 500 ml. ha⁻¹, ficou com a nota inferior quando comparado com as demais doses aplicadas. Como os modelos das avaliações foram quadráticas,

através da equação obtida, foi calculado o ponto máximo de eficiência técnica (PMET), o qual foi de 1460 ml ha⁻¹ para avaliação realizada aos três dias após aplicação (Figura 2A).

A segunda avaliação realizada aos cinco dias após aplicação dos tratamentos a testemunha apresentou a maior nota de danos no gráfico (7,0). A primeira dose dos inseticidas biológicos de 500 ml ha⁻¹ reduziu o dano provocado pela lagarta o que se assemelha o comportamento da primeira avaliação, as doses de 1000 e 1500 ml ha⁻¹ foram as que apresentaram os menores valores de danos, a partir do aumento da dose de 1500 cresce de maneira exponencial o dano causado pela lagarta. Conforme o comportamento quadrático da avaliação de cinco dias, calculo se o PMET para esta avaliação o qual foi obtido o valor de 1,20 L ha⁻¹, dose que apresentou menor dano (Figura 2B).

Segundo Moraes et al. (2015) em um trabalho realizado com aplicação de *B. bassiana* no controle de lagarta do cartucho e pulgão do milho, a igualdade entre os produtos utilizados permite verificar que por mais que as doses sejam diferentes, tais quantidades não influenciam na mortalidade das lagartas, encontrando resultados não promissores para o controle da lagarta do cartucho com aplicação de *B. bassiana*.

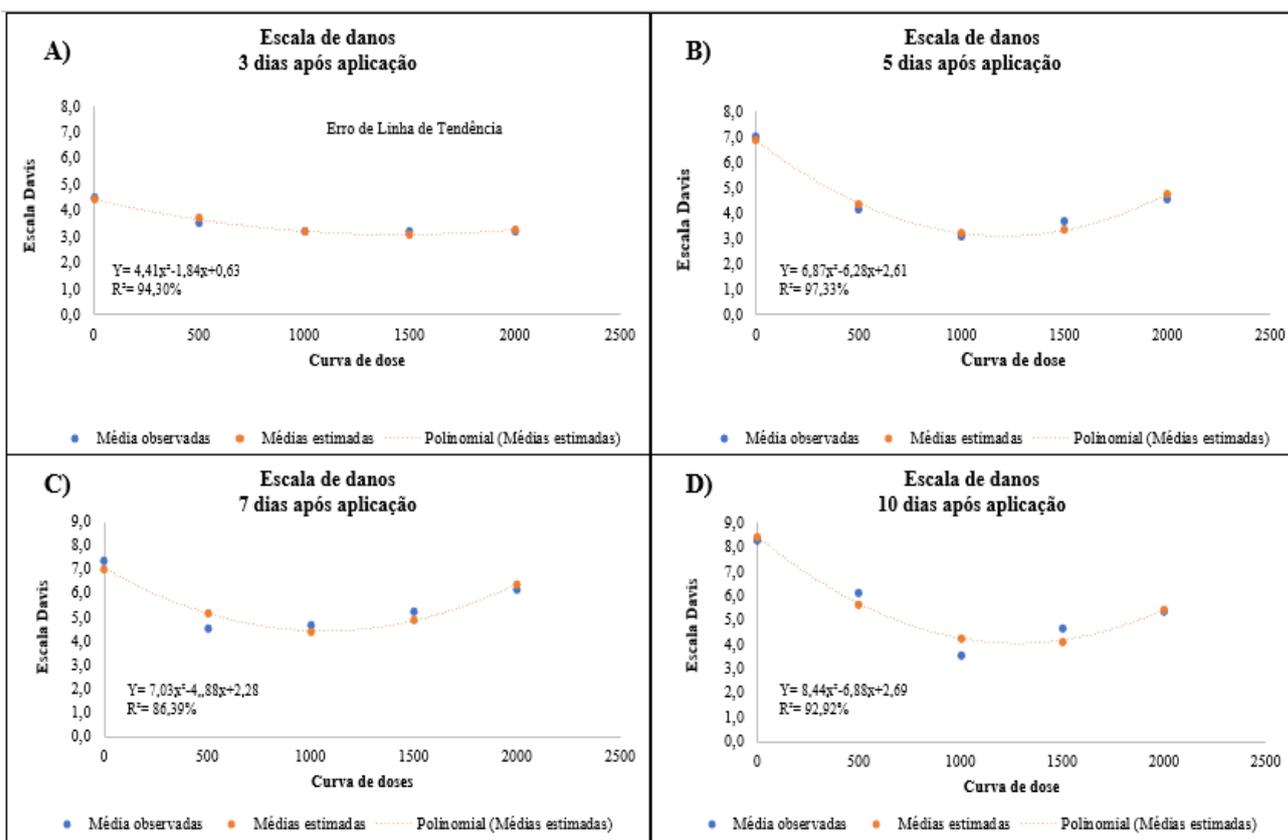


Figura 2 - Representação gráfica das equações de regressão para danos causados pela lagarta do cartucho do milho (escala de Davis) em distintos períodos de avaliação. Rio Verde, GO, safreira 2019.

A avaliação de sete e dez dias após aplicação os tratamentos biológicos, obteve comportamento de maneira quadrática, em que aplicação na dose 500 ml. ha⁻¹ reduziu a nota de danos causados, pela lagarta quando comparada com a dose 0, à medida que ocorre o aumento da dose o dano causado pela lagarta do cartucho é reduzido até próximo a dose de 1500 ml ha⁻¹. Para obter o valor real das doses que proporcionaram a menor nota foi calculado o ponto máximo de eficiência técnica (PMET) para cada avaliação, onde foi encontrado o valor de 1070 ml ha⁻¹ para avaliação de sete dias e 1270 ml ha⁻¹ para avaliação de dez dias (Figura 2 C/D)

Em função do cálculo de máxima eficiência técnica, realizada em todas as avaliações concretizadas, realizou se uma média para obter melhor entendimento sobre qual a dose que obteve uma maior eficácia ao ser utilizada para controle da lagarta do cartucho e os resultados sugeri que a dose aplicada próxima a 1200 ml ha⁻¹ proporciona uma redução nos danos oriundos do ataque da lagarta ao cartucho.

Em trabalho de campo, realizado por Barbosa et al. (2011) trabalharam com diversos isolados e obtiveram resultados com os seguintes entomopatogênicos IBCB 425 e GC-91 e os melhores resultados com 35% de eficiência aos 21 DAA, não sendo capaz de controlar a lagarta, o resultado do presente estudo corrobora com o resultado obtido pelos autores. Os autores chegaram à conclusão que os fungos entomopatogênicos são promissores, porém não são usados de maneira isolada, para o controle da lagarta do cartucho.

O uso de inseticidas microbianos ainda permanece significativamente inferior aos inseticidas químicos sintéticos. Porém, muitos aspectos relacionados à segurança e ao meio ambiente favorecem o contínuo aumento da utilização desses agentes para o controle de pragas (Martins et al., 2009). Os países tropicais de clima quente e úmido são propícios ao desenvolvimento, não apenas de fungos, como também de outros entomopatogênicos, sugerindo um aumento do potencial dos agentes microbianos no controle de pragas agrícolas (Kassab et al., 2011).

Contudo, deve se obter maiores informações sobre a susceptibilidade da lagarta do cartucho aos entomopatogênicos e criar estratégias para a formação de uma base para a aplicação eficaz do controle biológico, levando em consideração a condição climática o agente de biocontrole, a dose e sempre associando praticas preconizadas no manejo integrado de pragas. Nesse contexto, os inseticidas microbianos devem ser considerados com uma alternativa no controle da praga e não devem ser utilizados de forma isolada (Barbosa et al., 2011).

4 CONCLUSÕES

O fungo *Metarhizium anisopliae*, como alternativa de controle de cigarrinha do milho apresentou eficiência maior em relação à *Beauveria bassiana*.

O controle químico obteve a melhor média de controle da cigarrinha do milho, assim refletindo na maior produtividade de grãos.

Na avaliação de cinco dias após aplicação a melhor dose obtida para controle da lagarta do cartucho foi de 1,20 L ha⁻¹ obtendo a menor nota de danos e não diferindo significativamente do controle químico.

Nas condições que o presente estudo foi realizado, as doses avaliadas do *Metarhizium anisopliae* não foram promissoras, para o controle da lagarta do cartucho a partir dos sete dias, após aplicação.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal Economic Entomology**, v. 18, n. 2, p. 265-267, 1925.

AFONSO JUNIOR, V. A. Eficiência dos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* no controle de *Spodoptera frugiperda* em milho “safrinha”. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 12., Bento Gonçalves, 2009. **Anais...** Bento Gonçalves: 2009.

ALVES, S. B. **Controle Microbiano de Insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 1163p.

BARBOSA, R. H.; KASSAB, S. O.; FONSECA, P. R. B.; ROSSONI, C.; SILVA, A. S. Inseticidas biológico e natural no controle da *Spodoptera frugiperda* (JE SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho cultivado em condições de campo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 247-251, 2011.

CANINI, F. L. S.; DANIELI, T.; VERCESI, D. B.; GOMES, A. A. L.; RAIZARO, V. C.; PINTO, A. D. E. S. Eficiência do fungo *Metarhizium anisopliae* no controle de *Spodoptera frugiperda* aplicado em diferentes estádios fenológicos da cultura do milho em Ribeirão Preto, SP. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 12., 2009, Bento Gonçalves, RS. **Resumos...** Bento Gonçalves: 2009. p.88.

CANINI, F. L. S.; DANIELI, T.; VERCESI, D. B.; GOMES, A. A. L.; RAIZARO, V. C.; PINTO, A. D. E. S. Eficiência dos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* no controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, em milho de segunda safra. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., 2008, Uberlândia. **Resumos...**
Uberlândia: SBE, 2008. p.1581.

CRUZ, I.; FIGUEREIDO, M. L. C.; MATOSO, M. J. M. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma*. Sete Lagoas: EMBRAPA, 1999. 40p. (Embrapa. Circular Técnica, 30).

DAVIS, F. M.; NG, S. S.; WILLIAMS, W. P. Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm. Mississippi: Mississippi State University, 1992. 9p. (MAFES. Technical bulletin, 186).

FIGUEIREDO, M. L. C.; MARTINS-DIAS, A. M. P.; CRUZ, I. Efeito do inseticida clorpirifos e sua interação com inimigos naturais na supressão de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 3, p. 325-339, 2006.

GUTIERREZ, L. S.; CARDENAS, W. H. K.; GUTIERREZ, G. S. Estudio bioeconómico de la utilización de *Metarhizium anisopliae* junto con inhibidores de síntesis de quitina en el control del gusano cogollero em sorgo. **Manejo Integrado de Plagas**, v. 36, n. 1, p. 1-6, 1995.

HALLSWORTH, J. E.; MAGAN, N. Water and temperature relations of growth of the entomogenous fungi *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, and *Paecilomyces farinosus*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 74, n. 3, p. 261-266, 1999.

KASSAB, S. O.; FONSECA, P. R. B.; ROSSONI, C.; BARBOSA, R. H.; LOUREIRO, E. S. Isolados de fungos entomopatogênicos no controle do *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 222- 225, 2011.

KITAJIMA, E. W.; RIBEIRO, R. L. D.; LIN, M. T.; RIBEIRO, M. I. S. D.; KIMURA, O.; COSTA, C. L.; PIMENTEL, J. P. Lista comentada de vírus e organismos do tipo micoplasma em plantas cultivadas e silvestres do Estado do Rio de Janeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 9, n. 3, p. 607-625, 1984.

KITAJIMA, E.W.; NAZARENO, N. R. X. Levantamento de vírus e mollicutes de milho, no Estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, v. 10, s/n, p. 613-625, 1985.

MARTINS, G. M.; TOSCANO, L. C.; TOMQUELSK, G. V.; MARUYAMA, W. V. Eficiência de inseticidas no controle de *Dalbulus maidis* (hemiptera: cicadellidae) na cultura do milho. **Caatinga**, v. 21, n. 4, p. 196-200. 2008.

MORAES, R. F. O.; TOSCANO, L. C.; PEREIRA, M. F. A.; PIETROBOM, V. L.; BARBOZA, C. A. M. S.; MARUYAMA, W. I. *Beauveria bassiana* em associação com milho

geneticamente modificado no manejo de *Spodoptera frugiperda* e *Rhopalosiphum maidis*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 84, p. 1-7, 2015.

MORILLO, F.; NOTZ, A. Resistência de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambdacihalotrina y metomil. **Entomotropica**, v. 16, n. 2, p. 79-87, 2001.

NERI, D. K. P.; MORAES, J. C.; GAVINO, M. A. Interação silício com inseticida regulador de crescimento no manejo da lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 4, p. 1167-1174, 2005.

OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. C.; FRANCO, A. A. N.; ZACCHEO, P. V. C.; ZORZENONI, T. O. Sweet corn: Genetic aspects, agronomic and nutritional traits. **Applied Research and Agrotecnology**, v. 6, n. 1, p. 105-114, 2013.

OLIVEIRA, C. M.; OLIVEIRA, E.; CANUTO, M.; CRUZ, I. Controle químico da cigarrinha-do-milho e incidência dos enfezamentos causados por molícutes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 297-303, 2007.

PIONEER. Catalogo de híbridos de milho. Disponível em <<http://www.pioneersementes.com.br/milho/central-de-produtos/busca-de-produtos?cat=Milho>>. Acesso em: 28/07/2020.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric.Res.** Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September. DOI: 10.5897/AJAR2016.11522.

SOLOS, Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro**, 2013.

THOMAZONI, D.; FORMENTINI, M. A.; MAMPRIM, A. P.; MARTINELO, L.; RODRIGUES, L. D. I. F.; FANTI, A. L. P.; ALVES, L. F. A. Seleção de Isolados de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* visando o Controle da lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 2776-2779, 2009.

TOLEDO, A. V.; ALIPPI, A. M.; LENICOV, A. M. M. R. Growth inhibition of *Beauveria bassiana* by bacteria isolated from the cuticular surface of the corn leafhopper, *Dalbulus maidis* and the planthopper, *Delphacodes kuscheli*, two important vectors of maize pathogens. **Journal of Insect Science**, v. 11, n. 29, 2011.

TOLEDO, A. V.; LENICOV, A. M. M. R.; LASTRA, C. C. L. Pathogenicity of fungal isolates (Ascomycota: Hypocreales) against *Peregrinus maidis*, *Delphacodes kuscheli* (Hemiptera):

Delphacidae), and *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), vectors of corn diseases. **Mycopathologia**, v. 163, p. 225-232, 2007.

VIANA, P. A.; PRATES, H. T.; RIBEIRO, P. E. A. Uso do Extrato Aquoso de Folhas de NIM para o Controle de *Spodoptera frugiperda* na Cultura do Milho. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2006. 5p. (EMBRAPA. Circular Técnica, 88).

WAQUIL, J. M.; OLIVEIRA, E.; PINTO, N. F. J. A.; FERNANDES, F.T.; CORRÊA, L. A. Efeito na produção e incidência de viroses em híbridos comerciais de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 21, n. 4, p. 460-463, 1996.

WANGEN, D. S. B.; PEREIRA JÚNIOR, P. H. S.; SANTANA, W. S. Controle de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho com inseticidas de diferentes grupos químicos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, p. 801-8012, 2015.

CAPITULO 2

CONTROLE BIOLÓGICO DO PERCEVEJO CASTANHO NA CULTURA DO MILHO SAFRINHA NO CERRADO

RESUMO

Objetivou-se com a execução do presente trabalho avaliar o controle biológico do percevejo castanho da raiz em milho safrinha cultivado no Cerrado. O experimento foi instalado em Montividiu, GO, na fazenda São José, conduzido em delineamento de blocos casualizados, repetido por quatro vezes, com tratamentos aplicados em tratamento de semente: tiametoxam + [lambda-cialotrina + clorantraniliprole] (70 + [5 +10] mL i.a. ha⁻¹), em sulco de semeadura: clorpirifós (960 mL i.a. ha⁻¹), *Metarhizium anisopliae* E9 (15 g 1,39x10⁸ g/L i.a ha⁻¹) e em sulco de semeadura e estágio vegetativo V6: *M. anisopliae* IBCB 425 (11 1x10⁸ g/L i.a ha⁻¹) e *Beauveria bassiana* PL 63 + *M. anisopliae* E9 (25 2x10⁹ g/Kg i.a ha⁻¹ + 25 1,39x10⁸ g/L i.a ha⁻¹). Vinte dias prévios à instalação do experimento foram abertas trincheiras em cada testemunha, bem como 30, 60 e 90 dias posteriores à semeadura para acompanhar o fluxo populacional do percevejo castanho. Na colheita, foram avaliadas características morfológicas, componentes do rendimento e produtividade de grãos. A aplicação de *M. anisopliae* em sulco de semeadura, independentemente dos isolados utilizados, resultou em maior produtividade de grãos, quando comparado ao químico.

Palavras-chaves: *Beauveria bassiana*; fungos entomopatogênicos, *Metarhizium anisopliae*; praga subterrânea, *Scaptocoris castanea*.

CHAPTER 2

ABSTRACT

The objective of the execution of the present work was to evaluate the biological control of *Scaptocoris castanea* in off-season corn grown in the Cerrado. The experiment was installed in Montividiu, GO, on the São José farm, conducted in a randomized blocks, repeated four times, with treatments applied in seed treatment: thiamethoxam + [λ -cyhalothrin + chloranthraniliprole] (70 + [5 + 10] mL i.a. ha⁻¹), in a sowing furrow: chlorpyrifos (960 mL a.i. ha⁻¹), *Metarhizium anisopliae* E9 (15 g 1,39x10⁸ g/L i.a ha⁻¹) and in sowing furrow and vegetative stage V6: *M. anisopliae* IBCB 425 (11 1x10⁸ g/L i.a ha⁻¹) and *Beauveria bassiana* PL 63 + *M. anisopliae* E9 (25 2x10⁹ g/Kg i.a ha⁻¹ + 25 1,39x10⁸ g/L i.a ha⁻¹). Twenty days prior to the installation of the experiment, trenches were opened in each control, as well as 30, 60 and 90 days after sowing to follow the population flow of *Scaptocoris castanea*. At harvest, morphological characteristics, components of grain yield and productivity were evaluated. The application of *M. anisopliae* in a sowing furrow, regardless of the isolates used, resulted in higher productivity grain when compared to the chemical.

Key-words: *Beauveria bassiana*; entomopathogenic fungi, *Metarhizium anisopliae*; underground pest, *Scaptocoris castanea*.

1 INTRODUÇÃO

O milho safrinha, ou de segunda safra, como é conhecido na maior parte do Brasil, é um dos principais cultivos agrícolas, principalmente, na região do Sudoeste do Estado de Goiás. Consideravelmente, a sua área de plantio é maior que a do milho verão, o qual é semeado entre os meses de outubro a novembro. Por sua vez, é semeado logo após a colheita da soja (verão), posto que algumas pragas que incidem na cultura podem prejudicá-la.

Hoje, dentre as principais pragas da cultura do milho e soja, destaca-se o percevejo castanho. Todavia, a importância que esse inseto adquiriu nas últimas décadas, a maioria dos registros relata sua ocorrência e danos por ele causados no milho. As primeiras informações sobre sua biologia e ecologia foram de autoria de Puzzi e Andrade (1957). O percevejo castanho possui uma flutuação de deslocamento no solo, que pode variar conforme o período chuvoso de cada região. Locais em que o período chuvoso se inicia mais cedo, o inseto pode ser encontrado nas camadas mais superficiais nos meses de novembro a dezembro, variando entre 0 a 20 cm de profundidade, os quais podem sair do solo para realizar revoadas com finalidade de acasalamento. Nos meses de setembro e outubro encontram-se nas camadas mais profundas do solo, podendo ser encontrado em até um metro de profundidade (Nardi et al., 2007).

Os danos são provocados, tanto pelas ninfas, quanto pelos adultos, devido à sucção da seiva através das raízes. Plantas atacadas apresentam sintomas de amarelecimento e raquitismo, devido ao sistema radicular ficar comprometido com absorção de água e nutrientes. São insetos polívoros que atacam lavouras de soja, milho, algodão, pastagens, sorgo, arroz, eucalipto, café, fumo, dentre outras (Puzzi; Andrade 1957; Becker, 1967; Brisolla et al., 1985; Amaral et al., 1997).

Várias técnicas de redução populacional do percevejo castanho são investigadas nos últimos anos, dado o controle químico como a predominante, essa prática de controle é eficaz logo após as chuvas, pois no período de seca a distribuição vertical da população da praga implica, em redução da eficácia dos inseticidas (Fernandes et al., 2004).

Uma das opções que vem ganhando espaço e se mostrando promissora é a utilização de fungos entomopatogênicos, como a *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, visando ao controle de hemípteros considerados como insetos pragas (Alves 1998; Oliveira et al.; 2001).

Especialmente, em relação ao percevejo castanho, alguns isolados dos fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* também têm sido testados como prováveis agentes de controle.

Diante dos dados apresentados, objetivou-se com o presente estudo avaliar o controle do percevejo castanho, com utilização de fungos entomopatogênicos, em cultivo de milho safrinha no Cerrado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safrinha de 2019, na região de Montividiu, GO, na fazenda São José, em um talhão com histórico de presença de percevejo castanho, localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 17°17'51.75''S 51°22'33.57''O a 849 metros de altitude. A área do experimento encontrava-se presença de palha de soja, em solo em solo classificado, como Latossolo Vermelho Distroférico (Embrapa 2013). Onde os valores encontrados na profundidade de 0-20 m através da análise de solo, foram as seguintes: pH (CaCl₂): 5,10; M.O: 3,1 g dm⁻³; P extrator Mehlich: 13,6 mg dm⁻³; H⁺ Al: 5,5; K: 0,31; Ca: 2,72; Mg: 0,78; T: 9,30 cmolc dm⁻³ e Saturação por base V(%): 50. Com as seguintes características textural: areia 40%: argila 52% e silte 8% classificada como argilosa.

Devido à ausência de estação meteorológica na região, os dados da precipitação pluviométrica e temperatura média do ar, durante a execução do experimento, foram obtidos por estação localizada, em Rio Verde, GO, localizada em um raio de 40 km (Figura 3).

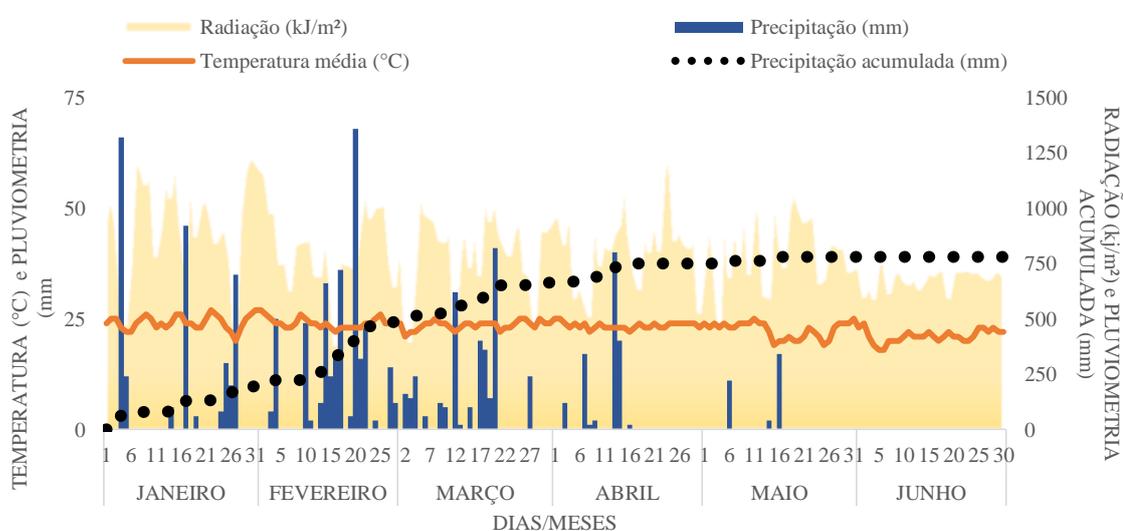


Figura 3 - Dados pluviométricos e temperatura média do ar em Rio Verde – GO, no período de janeiro a junho de 2019.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, em que se avaliou 8 tratamentos, representados na tabela 12. As parcelas foram dimensionadas em 6 m de comprimento por 3 m de largura, totalizando 6 linhas, por sua vez espaçadas de 0,5 m, perfazendo uma área total de 18 m². A área útil derivou-se do descarte de 1 m de cada extremidade (bordadura) da parcela, totalizando 4 m² de área útil da parcela. O híbrido utilizado foi NS90 PRO, o qual apresenta alta produtividade e estabilidade nos ambientes de safrinha, boa qualidade de colmo, coloração dos grãos alaranjados, e ciclo médio (colheita variando entre 137 a 153 dias). (Nidera,2020).

Tabela 9 - Tratamentos, doses (g ou mL de ingrediente ativo por ha⁻¹) e forma de aplicação dos produtos utilizados no experimento. Safrinha 2019, fazenda São José, Montividiu, GO

Tratamentos	Dose (gr ou mL. i.a. ha ⁻¹)	Forma de Aplicação
Testemunha	-	-
Tiametoxam + [Lambda-C. + Clorantraniliprole .]	70 + [5 +10]	TS
Clorpirifós	960	Sulco
<i>Metarhizium anisopliae</i> . E9*	15	Sulco
<i>Metarhizium anisopliae</i> . IBCB 425**	11	Sulco
<i>B. bassiana</i> PL 63*** + <i>M. anisopliae</i> E9*	25 + 25	Sulco
<i>Metarhizium anisopliae</i> E9*	15	Sulco + V6
<i>Metarhizium anisopliae</i> IBCB 425**	11	Sulco + V6

* 8x10⁹ UFC/g; ** propágulos viáveis/mL: 1,0 x 10⁸; *** 1 x 10⁸ conídios viáveis/g

A semeadura foi realizada, no dia 25 de fevereiro de 2019, com a utilização de uma semeadora manual, equipada com sistema de pulverização pressurizado a CO₂, para realizar aplicações no sulco de semeadura. Esta foi regulada para distribuir 60 mil sementes ha⁻¹ e aplicar volume de calda no sulco de semeadura equivalente a 150 L ha⁻¹. No estágio de desenvolvimento vegetativo, com 6 folhas totalmente expandidas (V6), foi realizada uma aplicação foliar, em dois tratamentos, sendo realizado no dia 12/03/2019, com um mesmo volume de calda, através do equipamento de aplicação pressurizado a CO₂, essa aplicação foi realizada para compararmos se é viável aplicação em sulco adicionado a mais uma aplicação no vegetativo.

A Adubação foi realizada conforme o manejo proposto na fazenda, sendo do sistema soja/milho, em que foi aplicado antes do plantio da soja, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg de K₂O a lanço. Adubação de cobertura foi realizada conforme o manejo do produtor, sendo aplicados 88 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Os manejos fitossanitários, como controle de plantas daninhas, pragas e doenças, foram realizados conforme as necessidades técnicas da cultura durante toda a condução do experimento,

Previamente, à instalação do experimento foram abertas, aleatoriamente, trincheiras de dimensões de 0,5 m de comprimento por 0,15 m de largura e 0,3 m de profundidade, para

quantificar os percevejos castanhos no talhão. Posteriormente, 30, 60 e 90 dias após a instalação, trincheiras na lateral das parcelas com tratamento testemunha (em cada repetição), no intuito de acompanhar e quantificar o número de percevejos durante a condução do ensaio. Avaliou-se na área útil das parcelas, em dez plantas contínuas, a altura de plantas em estágio vegetativo com 5 folhas totalmente expandida (V5) e na colheita, com utilização de trena, medindo do solo até a parte superior do pendão da planta.

A colheita foi realizada em 15 de julho de 2019, manualmente, em que foram colhidas dez espigas de forma contínua, desconsiderado 1,0 m de cada linha nas extremidades da parcela. Dessas, cinco foram escolhidas aleatoriamente para avaliação dos componentes da produtividade, comprimento de espiga, número de grãos por espiga e de fileiras de grãos, diâmetro de espiga, massa de mil grãos e produtividade de grãos corrigidas para 13% de umidade.

Após a obtenção dos dados, efetuou-se a análise de variância, com a utilização do software Assistat (SILVA, 2016). Em seguida, foram realizados os testes de aditividade dos dados, normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias. Quando constatada significância para determinada variável-resposta, procedeu-se a comparação dos tratamentos aplicando-se o teste t aos contrastes ortogonais a 5% de probabilidade. A estrutura dos contrastes foram as seguintes:

C1: Testemunha com os demais tratamentos;

C2: *M. anisopliae* E9 no sulco com aplicação em vegetativo (V6) (Tratamento 4 e 7);

C3: Tratamento de semente com os demais tratamentos, exceto a testemunha;

C4: Químico no sulco comparado com os biológicos no sulco (Tratamento 3 comparado com tratamento 4, 5 e 6);

C5: Diferentes isolados aplicado apenas no sulco e aplicado no vegetativo (V6) (Tratamento 7 com 8);

C6: Associação de biológicos com os biológicos isolados e no sulco (Tratamento 6 com o tratamento 4 e 5);

C7: Diferentes isolados no sulco comparado com aplicação em vegetativo (V6) (Tratamento 7 e 8 comparado com o 4 e 5).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas trincheiras abertas 20 dias antes da implantação do experimento quantificou-se uma média de 46,64 de percevejos adultos e ninfas. Aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura, a flutuação média da praga foi: 38,98, 27,68 e 20,67 respectivamente, entre adultos e ninfas.

Tabela 10 - Resumo da análise de variância para as características altura de plantas no estágio vegetativo (APV), altura de plantas na colheita (APC), número de fileiras (NF), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de grãos por fileira (NGF), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PG) em milho tratado com diferentes inseticidas e formas de aplicação para controle do percevejo castanho. Montividiu, GO, safrinha 2019

FV	GL	QM							
		APV	APC	NF	CE	DE	NGF	MMG	PROD
TRAT	7	53,66ns	0,005ns	1,94ns	2,26**	0,02*	5,00ns	0,17*	1577066,5**
REP	3	140,32	0,013	0,52	2,21	0,01	13,51	0,05	95883,8
ERRO	21	26,42	0,002	0,95	0,32	0,01	2,68	0,06	151017,7
CV %		5,05	2,15	6,34	2,65	1,99	4,44	2,42	4,18

** , *, ns: significativo a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente pelo teste F.

Os resultados da tabela de análise de variância indicam que para a característica número de fileiras (NF), independentemente do tratamento empregado, não houve diferença entre estes.

As médias obtidas na Tabela 14 indicam que se realizadas as ações de controle no sulco de semeadura ocorrem resultados melhores, se comparados com a aplicação, no tratamento de semente.

Da Silva et. al. (2013) avaliando diferentes tratamentos, aplicados no sulco e em tratamento de semente, destacou que o tratamento [tiametoxam + clorantraniliprole] na maior dose (300 mL ha⁻¹) aplicado no sulco de semeadura e a combinação de [tiametoxam + clorantraniliprole] na dose de 200 mL ha⁻¹ + tiametoxam 120 mL ha⁻¹ apresentaram os melhores resultados de acúmulo de matéria seca do sistema radicular em plantas de soja e produtividade de grãos comparado com tratamento de semente.

O primeiro contraste (C1) para a característica diâmetro de espiga foi significativo a 5% de probabilidade pelo teste T de student (Tabela 15). A comparação do C1 é resultante da comparação entre testemunha e os demais tratamentos. O resultado obtido para essa característica analisada sugere que, independentemente do método de controle empregado nos tratamentos as médias foram superiores à da testemunha. Na tabela 15 estão descritas todas as médias das características avaliadas.

Para as características comprimento de espiga, produtividade de grãos e massa de mil grãos foram significativas a 1% de probabilidade pelo teste T de student no primeiro contraste (C1). Esse resultado pode ser explicado devido aos danos que percevejo castanho causa nas culturas pela alimentação do sistema radicular, reduzindo absorção de água e nutrientes refletindo nos componentes do rendimento. Todas as médias obtidas das características descritas acima foram superiores que a da testemunha.

Tabela 11 - Médias observadas para as características altura de plantas no estágio vegetativo (APV), altura de plantas na colheita (APC), número de fileiras (NF), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de grãos por fileira (NGF), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PG) em milho tratado com diferentes inseticidas e formas de aplicação para controle do percevejo castanho

Tratamentos	Dose i.a (g ou ml ha ⁻¹)	Momento	APV (cm)	APC (m)	NF	CE (cm)	D.E	NGF	MMG (g)	Produç. (kg ha ⁻¹)
1 Testemunha	-	-	94,1	2,3	14,3	20,5	4,5	35	103,5	8610,5
2 Tiame. + [Lambda-C. + Clorantra.]	70 + [5 +10]	TS	100,3	2,3	15	20,9	4,6	35,6	109,8	8870,2
3 Cloripirifós	960	Sulco	106,3	2,3	15,4	21,4	4,7	36,7	108,3	8740,2
4 <i>Metarhizium a. E9</i>	15	Sulco	102,3	2,3	16,4	22,3	4,7	38,1	116	10048,7
5 <i>Metarhizium a. IBCB 425</i>	11	Sulco	100,9	2,2	15,5	21,7	4,7	37,3	110,9	9753,9
6 <i>Beauveria b. PL 63 + Metarhizium a. E9</i>	25 + 25	Sulco	103,1	2,3	14,9	21,3	4,6	37,7	109,8	9429,8
7 <i>Metarhizium anisopliae E9</i>	15	Sulco + V6	104,9	2,3	15,7	20,6	4,6	36,9	109,7	8774,6
8 <i>Metarhizium anisopliae IBCB 425</i>	11	Sulco + V6	102,4	2,3	16,3	22,5	4,7	38	117,4	10152,5

Tabela 12 - Estimativas dos contrastes ortogonais para as características diâmetro da espiga, comprimento da espiga, massa de mil grãos e produtividade de grãos

Contraste	Dia. Espiga	Comp. Espiga	Produtividade	MMG
C1	0,14 *	1,03 **	785,23 **	8,21 **
C2	0,07 ns	1,73 **	1274,09 **	6,32 ns
C3	0,12 *	0,73 *	613,10 **	2,24 ns
C4	0,01 ns	0,33 ns	1003,98 **	3,91 ns
C5	0,06 ns	1,97 **	1377,89 **	7,72 ns
C6	0,08 ns	0,70 ns	471,57 ns	3,64 ns
C7	-0,03 ns	-0,68 *	-541,558 *	-1,30 ns

** , *, ns: significativo a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente pelo teste T de student. **C1:** Testemunha com os demais tratamentos, **C2:** *Metarhizium E9* no sulco com aplicação em V6, **C3:** Tratamento de semente com os demais tratamentos, exceto a testemunha, **C4:** Químico no sulco comparado com os biológicos no sulco, **C5:** Diferentes cepas no sulco com aplicação no V6, **C6:** Associação de biológicos com os biológicos isolados, **C7:** Diferentes isolados no sulco comparado com aplicação em V6.

O segundo contraste (C2) é expresso pela comparação do isolado *M. anisopliae E6* aplicado em sulco de semeadura e no período vegetativo. Para as características avaliadas diâmetro de espiga e massa de mil grãos (MMG), não houve diferença, ou seja, a forma que o fungo é aplicado não interfere. Comprimento de espiga e produtividade de grãos, por sua vez, foram influenciados pelas distintas formas de aplicação.

As médias obtidas para a característica comprimento de espiga mostra que à aplicação de *M. anisopliae* E6, em sulco de semeadura, foi maior que aplicação em estágio vegetativo V6. O mesmo resultado foi obtido para a característica produtividade de grãos. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de a aplicação em sulco de semeadura proporcionar melhor ambiente para reprodução e esporulação dos agentes de biocontrole.

Segundo Borges et al. (1993) destacaram que para controlar o percevejo castanho, os fungos entomopatogênicos necessitam de condições favoráveis no solo para germinação e esporulação. Mesmo assim, a eficácia pode ser comprometida pelas barreiras químicas liberadas pelo percevejo castanho. Como por exemplo, alguns aldeídos presentes no tegumento podem inibir a germinação dos conídios de *M. anisopliae* e atrasar o desenvolvimento do tubo germinativo dos fungos entomopatogênicos.

No terceiro contraste (C3) comparando o tratamento de sementes, com aplicação no sulco de semeadura e vegetativo (V6), observam-se diferenças significativas de 5% para as características diâmetro de espiga, e 1% para comprimento de espiga e produtividade de grãos.

O quarto contraste (C4) compara o tratamento químico aplicado no sulco de semeadura com os tratamentos biológicos aplicados na mesma forma. Apenas a característica produtividade de grãos foi influenciada pela aplicação dos distintos inseticidas. Isso e permite concluir que aplicação de *M. anisopliae*, independentemente do isolado, refletiu em maiores médias de produtividade. Esse resultado é de extrema importância para a preservação do meio ambiente, pois a possibilidade de troca de aplicações de químicos para biológicos é alternativa de controle do percevejo castanho, que reduz impactos socioambientais.

Resultados obtidos por Valério (2005) em casa de vegetação, foi verificado e o potencial de *M. anisopliae* para o controle microbiano de *S. carvalhoi*, uma vez que alternativas de controle utilizadas em associação, poderão alcançar índices satisfatórios de redução populacional desta praga

No quinto contraste (C5), as características comprimento de espiga e produtividade de grãos foram influenciadas pela aplicação dos diferentes isolados (*M. anisopliae* IBCB425 e *M. anisopliae* E9) no sulco e em estágio vegetativo V6. Os resultados obtidos indicam que o isolado IBCB425 obteve maiores médias nas duas características avaliadas, apresentando, possivelmente, uma patogenicidade maior que o isolado E9 para controle de percevejo castanho nas condições em que o presente trabalho foi conduzido.

Nenhuma das características apresentaram diferenças significativas pelo teste T de student no sexto contraste (C6) realizado, o qual compara a associação dos fungos entomopatogênicos *M. anisopliae* e *B. bassiana* com os diferentes isolados de *Metarhizium* sp. Portanto, a utilização do *M. anisopliae* aplicado de maneira isolada ou associado, não reflete em diferenças nas características

avaliadas. Resultado que indica o melhor posicionamento para o produtor refletindo em uma aplicação com índices satisfatórios de controle e economia.

O sétimo contraste (C7) compara os diferentes isolados de *Metarhizium* com aplicações no sulco de semeadura e em estágio vegetativo (V6). Para as características avaliadas comprimento de espiga e produtividade de grãos foi observado diferenças significativas a 5% de probabilidade. Os resultados desse contraste indicam que aplicação realizada no sulco de semeadura somada à aplicação em estágio vegetativo propiciou maiores médias de produtividade de grãos e comprimento de espiga no isolado IBCB 425.

Para o isolado E9 as maiores médias de produtividade e de comprimento de espiga, apresentaram comportamentos contrário, em que apenas a aplicação em sulco de semeadura foi a maior média de produtividade e comprimento de espiga. Desta forma, o presente estudo demonstrou o potencial de utilização dos fungos entomopatogênicos, para controle do percevejo castanho da raiz, praga a qual se tem um potencial de danos alto em diversas culturas e que ainda não possui um método de controle 100% eficiente.

4 CONCLUSÕES

As aplicações do *Metarhizium* no sulco de semeadura independentemente do isolado utilizado proporcionou as melhores médias de produtividade, quando comparadas, com controle químico no sulco, comprovando que aplicação de agentes de biocontrole é viável no sistema de produção de grandes culturas.

O isolado *Metarhizium anisopliae* IBCB425 foi superior que o isolado *Metarhizium anisopliae* E9, assim refletindo em maior produtividade de grãos.

REFERÊNCIAS

ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos, In: ALVES, S. B. (ed.). **Controle Microbiano de Insetos**. Piracicaba, FEALQ, 1998. p. 289–381.

AMARAL, J. L. do; MEDEIROS, M. O.; OLIVEIRA, C.; OLIVEIRA, E. A. S. Percevejos castanhos das raízes das gramíneas e leguminosas. **Revista do Produtor Rural**, v. 5, p. 32-34, 1997.

BECKER, M. Estudos sobre a subfamília Scaptocorinae na região neotropical (Hemiptera: Cydnidae). **Arquivos de Zoologia**, v. 5, n. 1, p. 291-325, 1967.

BRISOLLA, A. D.; FURTADO, E. L.; CARDIM, M. C. F.; KAWAMOTO, O. S. Ocorrência do percevejo castanho *Scaptocoris castaneus* Perty, 1830 – em bananal na região litorânea do Estado de São Paulo. **O Biológico**, v. 51, p. 135-137, 1985.

BORGES, M.; LEAL, S. C. M.; TIGANO-MILANI, M. S.; VALADARES, M. C. C. Efeito do feromônio de alarme do percevejo verde, *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae), sobre o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 22, n. 3, p. 505-512, 1993.

DA SILVA, A. L.; DA SILVA, A. J.; SOARES, W. R. de O.; FERNANDES, P. M.; GARCIA, R. M. Ação de inseticidas sobre o percevejo-castanho-da-raiz *Scaptocoris castanea* Perty (Hemiptera: Cydnidae) e seu efeito no desenvolvimento e na produtividade da cultura do milho. **BioAssay**, v. 8, n. 6, p. 1-7, 2013.

FERNANDES, P. M.; OLIVEIRA, L. J.; SOUZA, C. R.; CZEPAK, C. BARROS, R. G. Percevejos-castanhos. In: SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J.; SILVA, M. T. B. (eds.). **Pragas de Solo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. p. 477-494.

OLIVEIRA, M. A. S.; ALVES, R. T.; Filho, J. F.; JUNQUEIRA, N. T. V. Patogenicidade de fungos entomógenos sobre o percevejo-de-renda da mandioca no Distrito Federal. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 2p. (EMBRAPA CERRADOS. Circular Técnica, 45).

NARDI, C.; FERNANDES, P. M.; RODRIGUES, O. D.; BENTO, J. M. S. Flutuação populacional e distribuição vertical de *Scaptocoris carvalhoi* Becker (Hemiptera: Cydnidae) em área de pastagem. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 1, p. 107-111, 2007.

NIDERA. Catalogo de híbridos de milho. Disponível em <<http://http://www.niderasementos.com.br/produto/ns-90-pro--centro.aspx>>. Acesso em: 28/07/2020.

PUZZI, D.; Andrade, A.C. O “percevejo castanho” - *Scaptocoris castaneus* (Perty) - no estado de São Paulo. **Biológico**, v. 23, p. 157-163, 1957.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric.Res.** Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September. DOI: 10.5897/AJAR2016.11522.

SOLOS, Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro**, 2013.

VALÉRIO, J. R. Insetos-praga em pastagens tropicais. **Informe Agropecuário**, v. 26, n. 226, p. 98-110, 2005.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de fungos entomopatogênicos para controle de pragas no cenário agrícola é uma ferramenta que vem aumentando nos últimos anos na agricultura de modo geral, o uso de *M. anisopliae* e *B. bassiana* para controle da cigarrinha do milho e da lagarta do cartucho não apresentou resultados satisfatórios de controle nas condições de plantio de segunda safra no bioma de Cerrado. Aplicação de diversos produtos biológicos no sulco para controle de percevejo castanho proporcionou uma maior produtividade quando comparado com aplicação de inseticidas químicos. Quando comparado as diferentes intervenções realizadas todas foram superiores do que a testemunha, ou seja, se realizar qualquer estratégia pode resultar em aumento da produtividade.

O controle de pragas é uma prática realizada em diversas culturas a fim de reduzir os danos causados pelo ataque destas. Esta vem sendo empregada nos últimos anos usando variedades geneticamente modificadas e o uso de controle químico. O uso de apenas algumas ferramentas propostas no manejo integrado de pragas pode causar a seleção de indivíduos resistentes, principalmente com aplicações sucessivas de produtos com o mesmo mecanismo de ação. O controle biológico de pragas é uma ferramenta que vem aumentando em diversas culturas utilizando fungos, parasitoides e bactérias, uma ferramenta que veio a mais para ser mais uma opção no manejo de pragas e não deve ser usada de forma isolada, assim como as demais.