



INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

BACHARELADO EM AGRONOMIA

EFICIÊNCIA DE TECNOLOGIAS DE MILHO *Bt* NO CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda*

WAYNER JOSÉ DE SOUSA FILHO

Rio Verde, GO

2021

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**EFICIÊNCIA DE TECNOLOGIAS DE MILHO *Bt* NO CONTROLE DE
*Spodoptera frugiperda***

WAYNER JOSÉ DE SOUSA FILHO

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Gontijo

Rio Verde – GO

Janeiro, 2021

WAYNER JOSÉ DE SOUSA FILHO

**EFICIÊNCIA DE TECNOLOGIAS DE MILHO *Bt* NO CONTROLE DE
*Spodoptera frugiperda***

Trabalho de Curso DEFENDIDO E APROVADO em 12 de janeiro de 2021, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

Valéria Moscardini

Dra. Valéria Moscardini
Corteva Agriscience

Deucimar Pereira Lima

Me. Deucimar Pereira Lima
Progresso Consultoria e Pesquisa

Pablo Gontijo

Prof. Dr. Pablo Gontijo
IF Goiano – Rio Verde

Rio Verde – GO

Janeiro 2021

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

S725e Sousa Filho, Wayner José de
Eficiência de tecnologias de milho Bt no controle
de Spodoptera frugiperda / Wayner José de Sousa
Filho; orientador Pablo Gontijo. -- Rio Verde, 2021.
21 p.

Monografia (Graduação em Agronomia) -- Instituto
Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2021.

1. Lagarta do cartucho . 2. Falha de controle. 3.
Plantas transgênicas. 4. MIP. I. Gontijo, Pablo ,
orient. II. Título.



Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF Goiano
Sistema Integrado de Bibliotecas

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

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

Identificação da Produção Técnico-Científica

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

Nome Completo do Autor: Wayner José de Sousa Filho

Matrícula: 2015102200240129

Título do Trabalho: Eficiência de tecnologias de milho *Bt* no controle de *Spodoptera frugiperda*

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: ___/___/___

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

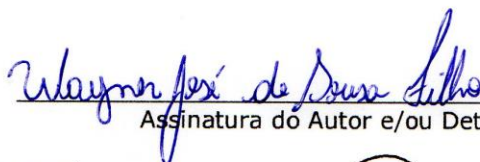
DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

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

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

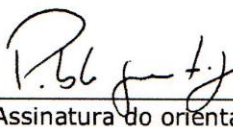
Rio Verde-GO, 12/01/2021.

Local Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do orientador



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

Ata nº 1/2021 - UPIC-RV/GPI-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos 12 dias do mês de janeiro de 2021, às 09 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos membros: Prof. Dr. Pablo Gontijo (orientador), Dra. Valéria Moscardini (membro), Me. Deucimar Pereira Lima (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado "**Eficiência de tecnologias de milho *Bt* no controle de *Spodoptera frugiperda***" do estudante **Wayner José de Sousa Filho**, Matrícula nº 2015102200240129 do Curso de Agronomia do IF Goiano - Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela **APROVAÇÃO** do estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelo orientador, em nome dos demais membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Pablo da Costa Gontijo

Orientador

(Assinado Eletronicamente)

Valéria Moscardini

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Deucimar Pereira Lima

Membro

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- Pablo da Costa Gontijo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 12/01/2021 09:42:35.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 12/01/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 228991

Código de Autenticação: 6c8252132c



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

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela oportunidade de produzir o presente trabalho.

Aos meus pais, Wayner José de Sousa e Nilcinei Campos Bonifácio de Sousa, que não mediram esforços para me ajudar. Por terem me ensinado a ser um homem de princípios e batalhar por tudo aquilo que almejo.

Ao professor Dr. Pablo Gontijo, por me orientar no presente trabalho ao compartilhar seus ensinamentos.

Ao Me. Deucimar Pereira Lima, por ter me dado a oportunidade de realizar estágio e pelos ensinamentos passados para que eu crescesse como profissional.

A empresa Progresso Consultoria e Pesquisa e a todos que nela trabalham, por terem me acolhido e me ajudado.

A minha namorada, por sempre ter estado ao meu lado quando precisei, entendendo a falta de tempo que tinha para ficar com ela.

A Dr. Valeria Moscardini, pesquisadora da empresa Corteva Agriscience, por compartilhar o seu trabalho de pesquisa para que eu pudesse realizar o presente trabalho.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, pela grande oportunidade de aprendizagem, aprimoramento profissional e pessoal.

RESUMO

DE SOUSA FILHO, Wayner José. **Eficiência de tecnologias de milho *Bt* no controle de *Spodoptera frugiperda***. 2021. 16p Monografia (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2021.

Um dos principais desafios dos produtores de milho é o controle de insetos praga que podem atacar a cultura desde a emergência das plântulas até a colheita. Dentre as pragas que atacam o milho, a principal é a lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Uma das estratégias de manejo que tem sido adotada para o controle *S. frugiperda* na cultura do milho é o uso de tecnologias *Bt*. Entretanto, ao longo das safras algumas tecnologias têm apresentado falhas no controle de *S. frugiperda*. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência das tecnologias de milho *Bt* VT PRO3, PowerCore, Leptra e Viptera 3 no controle de *S. frugiperda* em duas épocas de plantio (safra e safrinha). Em cada época de plantio foram conduzidos dois ensaios em campo na região de Montividiu e Rio Verde em Goiás, na safra 2019/20. Avaliou-se a intensidade de dano foliar causado por infestação natural de *S. frugiperda* nas tecnologias por meio da Escala de Davis aos 25 dias após emergência das plântulas (DAE), o número de lagartas vivas aos 25 e 85 DAE também foram avaliados, assim como o dano nas espigas. Milho não-*Bt* foi usado como tratamento controle. As tecnologias de milho *Bt* com a proteína Vip3Aa20 - Leptra e Viptera 3 apresentaram eficiência no controle de *S. frugiperda* na safra e na safrinha. Enquanto, as tecnologias VT PRO3 e PowerCore não demonstram eficiência satisfatória para o controle de *S. frugiperda*, principalmente no período da safra com alta pressão da praga.

Palavras-chave: Lagarta do cartucho, falha de controle, plantas transgênicas, MIP

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3 MATÉRIAS E MÉTODOS.....	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
5 CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	20

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, com uma produção de aproximadamente 100 milhões de toneladas na safra 2019/20, ficando atrás apenas dos Estados Unidos com produção de cerca de 350 milhões de toneladas e da China com 250 milhões de toneladas (CONAB, 2020). No Brasil, o milho é cultivado em diferentes sistemas produtivos nas regiões do Centro-Oeste, Sudeste e Sul, tendo as indústrias de ração animal como principal destino do grão. Nestas regiões, o milho pode ser cultivado em duas épocas distintas, sendo o milho safra cultivado de outubro a janeiro (milho verão) e o milho safrinha (milho segunda safra) cultivado de fevereiro a julho. A possibilidade de implementação de milho safrinha tem contribuído para a diluição dos custos de cultivo do milho verão e aumentado a rentabilidade dos agricultores (Ceccon et al., 2007).

O Estado de Goiás está entre os maiores produtores de milho do Brasil, com produção acima de 10 milhões de toneladas na safra 2018/19, ficando atrás dos estados do Mato Grosso, Paraná e Mato Grosso do Sul (CONAB, 2020). Em Goiás, a principal época de cultivo de milho é a safrinha com produção de cerca de oito milhões de toneladas contra 2 milhões de toneladas no período de verão na safra 2018/19 (CONAB, 2020).

Um dos principais desafios dos produtores de milho é o controle de insetos praga que podem atacar a cultura desde a emergência das plântulas até a colheita, reduzindo a produtividade e lucratividade da lavoura. Dentre os insetos praga que atacam o milho, a principal praga é a lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) (Cruz, 2012; Valicente, 2015). A lagarta do cartucho pode causar danos severos a cultura do milho pelo corte de plantas que reduz o stand inicial, causar desfolha reduzindo a área fotossintética ou até mesmo atingindo o meristema apical, o que inviabiliza a formação da espiga. Além disso, as lagartas de *S. frugiperda* podem também atacar as espigas, danificando os grãos (Vilarinho et al., 2011; Prasanna et al., 2018).

Uma das estratégias de manejo integrado que tem sido adotada na cultura do milho para o controle da lagarta do cartucho é o uso de plantas transgênicas, que expressam proteínas inseticidas derivadas da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*). No Brasil, a introdução de plantas transgênicas completou 20 anos em 2018 e o país ocupa a segunda posição no ranking dos países que mais adotam organismos geneticamente modificados (ISAAA, 2018). As principais vantagens da utilização de plantas *Bt* são a redução das perdas causadas por pragas (Betz et al., 2000) e a redução na aplicação de inseticidas (Romeis et al., 2006).

Considerando a importância da cultura do milho e os danos potenciais causados por *S. frugiperda* à cultura, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes tecnologias de milho *Bt* no controle de *S. frugiperda* em duas épocas de plantio (safra e safrinha).

2 REVISÃO DE LITERATURA

A cultura do milho, *Zea mays* (Poaceae), é uma das mais importantes e pesquisadas culturas de grãos do mundo. Existem evidências, através de escavações arqueológicas e geológicas, de que o milho é uma das culturas mais antigas do mundo, sendo cultivado há pelo menos 5.000 anos, sendo seu centro de origem é México. Logo após o descobrimento da América, o milho foi levado para a Europa onde era cultivado em jardins, até que seu valor alimentício se tornou conhecido. Com isso, passou então a ser plantado em escala comercial e espalhou-se pelo mundo.

A produção mundial de milho na safra 2019/20 foi de 1,11 bilhão de toneladas. Com uma produção de 101,0 milhões de toneladas o Brasil é o terceiro maior produtor do grão, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e China que têm produções de 347,8 e 260,8 milhões de toneladas, respectivamente. No cenário das exportações o Brasil ocupa a segunda posição, atrás apenas dos Estados Unidos, com aproximadamente 36 milhões de toneladas exportadas (CONAB, 2020).

Dentre os principais fatores de risco da cultura do milho podemos destacar o ataque de pragas, em especial da lagarta do cartucho *S. frugiperda*. No Brasil, *S. frugiperda* ataca diversas culturas além do milho, como por exemplo a soja, algodão, feijão, alface entre outras culturas. *S. frugiperda* é encontrada em praticamente todos os Estados brasileiros, sendo favorecida pelas condições climáticas, e pela disponibilidade e diversificação de plantas hospedeiras o ano todo (Cruz, 2012), tendo sido observado crescimento de sua população em diversas regiões nos últimos anos. Segundo Omoto et al. (2000), em 1998 foram gastos no Brasil cerca de 60 milhões dólares com inseticidas na cultura do milho, sendo que deste total 40% foram destinados ao controle de *S. frugiperda*.

Os danos causados por *S. frugiperda* na cultura do milho podem ocasionar perdas ente 15 a 30% de produtividade, dependendo da fase de desenvolvimento da cultura. Cruz e Turpin (1982), avaliando os danos causados por *S. frugiperda* em milho, observaram que o estágio mais suscetível da cultura à lagarta foi o de 8 a 10 folhas, ou seja, em torno de 40 dias após a emergência. Além dos danos as folhas, *S. frugiperda* pode também causar corte de plantas reduzindo o stand inicial e atacar a espiga danificando os grãos.

Atualmente uma das formas mais utilizadas para controle de *S. frugiperda* em áreas de milho é o uso de plantas geneticamente modificadas que expressam proteínas inseticidas derivadas da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*). A expressão dessas proteínas (toxinas) confere a estas plantas resistência a alguns grupos de insetos, com destaque para os lepidópteros. As lagartas ao se alimentarem de tecido foliar de milho *Bt*, ingerem as proteínas tóxicas que atua nas células epiteliais ocasionando desequilíbrio osmótico das células, o que acarreta na desintegração do mesêntero, levando o inseto a morte. A expressão da toxina *Bt* pode variar de acordo com a parte da planta observada e com o híbrido. Os níveis de expressão da proteína Cry1Ab na linhagem MON810 foram avaliados em folhas jovens, grãos, planta toda e pólen. Os resultados observados evidenciaram os maiores níveis de expressão nas folhas (9,35 µg/g de peso seco), seguidos pela planta toda (4,31 9 µg/g de peso seco), grãos (0,31 µg/g de peso seco) e pólen (0,09 µg/g de peso seco) (MCT, 2007).

A opção e utilização de híbridos de milho contendo genes codificadores de entomotoxinas *Bt* para uso no Manejo Integrado de Pragas (MIP) depende de vários aspectos importantes a considerar, como: (I) o sistema de produção utilizado, o nível de produtividade e retorno econômico esperado; (II) a(s) principal(is) praga(s) que pode (m) prejudicar a(s) lavoura(s); (III) o potencial de infestação da(s) mesma(s); (IV) os métodos disponíveis para o controle; e (V) alcançar a maior eficiência econômica.

3 MATÉRIAS E MÉTODOS

Foram realizados quatro ensaios em campo na safra 2019/20, sendo dois ensaios conduzidos no período de safra (milho verão) e dois no período da safrinha (milho segunda safra). Os ensaios de milho safra foram conduzidos na estação de pesquisa da empresa Progresso Consultoria e Pesquisa em Montividiu/GO. Os ensaios foram instalados nos dias 17 e 20 de novembro de 2019 com as coordenadas geográficas S 17°22'25.404"; W 51°23'43.41" (ensaio 1) e S 17°22'27.138"; W 51°23'48.414" (ensaio 2). Os ensaios de milho safrinha foram conduzidos em áreas distintas. O primeiro ensaio foi instalado em 19 de fevereiro de 2020 na estação de pesquisa da empresa Progresso Consultoria e Pesquisa em Montividiu/GO sob as coordenadas geográficas S 17°22' 27. 138"; W 51°23' 48.414". Já o segundo ensaio safrinha foi instalado em 03 de março de 2020 na estação de pesquisa da empresa AgroCarregal em Rio Verde/GO com as coordenadas geográficas S 17°46'56.26"; W 51°00'35.93".

O delineamento experimental utilizado em todos os ensaios foi o de blocos casualizados completos, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por cinco linhas de

milho, espaçadas a 0,50 m, com seis metros de comprimento totalizando 18 m². Foram avaliadas quatro tecnologias de milho *Bt*s para eficiência de controle contra *S. frugiperda*: PRO3, PW, LEPTRA e VIP3. Milho convencional não-*Bt* foi utilizado como tratamento testemunha. Os ensaios foram conduzidos de forma semelhantes, seguindo as boas práticas agronômicas, com exceção da aplicação de inseticidas.

A eficácia das tecnologias de milho *Bt* contra infestação natural de *S. frugiperda* foi avaliada aos 25 e 85 dias após a emergência (DAE) das plântulas. Na avaliação de 25 DAE, o dano ocasionado por lagartas de *S. frugiperda* foi avaliado em 25 plantas por parcela, utilizando a Escala de Davis (Davis et al. 1992) (Figura 1). Nesta avaliação, foi contabilizado também o número de lagartas vivas de *S. frugiperda* presentes em 10 plantas por parcela, retirando se o cartucho das plantas. Na avaliação 85 DAE, avaliou-se o dano causa por *S. frugiperda* as espigas de 10 plantas, mensurando a área danificada. O número de lagartas vivas nas espigas também foi contabilizado.

Dados dos ensaios de cada período de plantio (safra e safrinha) foram submetidos a ANOVA combinada usando modelo linear misto e teste de Tukey, se necessário (PROC MIXED, Sas Institute, 2008), com $\alpha = 0,05$. Dados de frequência de plantas com nota da Escala Davis ≥ 3 foram transformados para arcoseno, enquanto dados de número de lagartas e danos na espiga foram transformados para raiz quadrada. Dados não transformados são apresentados nas figuras.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas avaliações aos 25 DAE dos ensaios conduzidos no período da safra (milho verão), observamos que apenas Leptra e Viptera 3 reduziram significativamente a intensidade de dano foliar causado por *S. frugiperda* ($F = 8,09$; $df = 4; 4$; $P = 0,044$) e a frequência de plantas acima do nível de controle ($F = 11,08$; $df = 4; 3,99$; $P = 0,019$) comparadas ao milho convencional não-*Bt* (tratamento controle) (Figura 2A e B). Na avaliação do número de lagartas vivas de *S. frugiperda*, todos as tecnologias *Bt* apresentaram menor número de lagartas comparadas ao milho não-*Bt* ($F = 10,21$; $df = 4; 4$; $P = 0,022$). Entretanto, Leptra e Viptera 3 apresentaram os menores números de lagartas, não diferindo estatisticamente entre si, embora Leptra não tenha se diferenciado do PowerCore (Figura 2C).

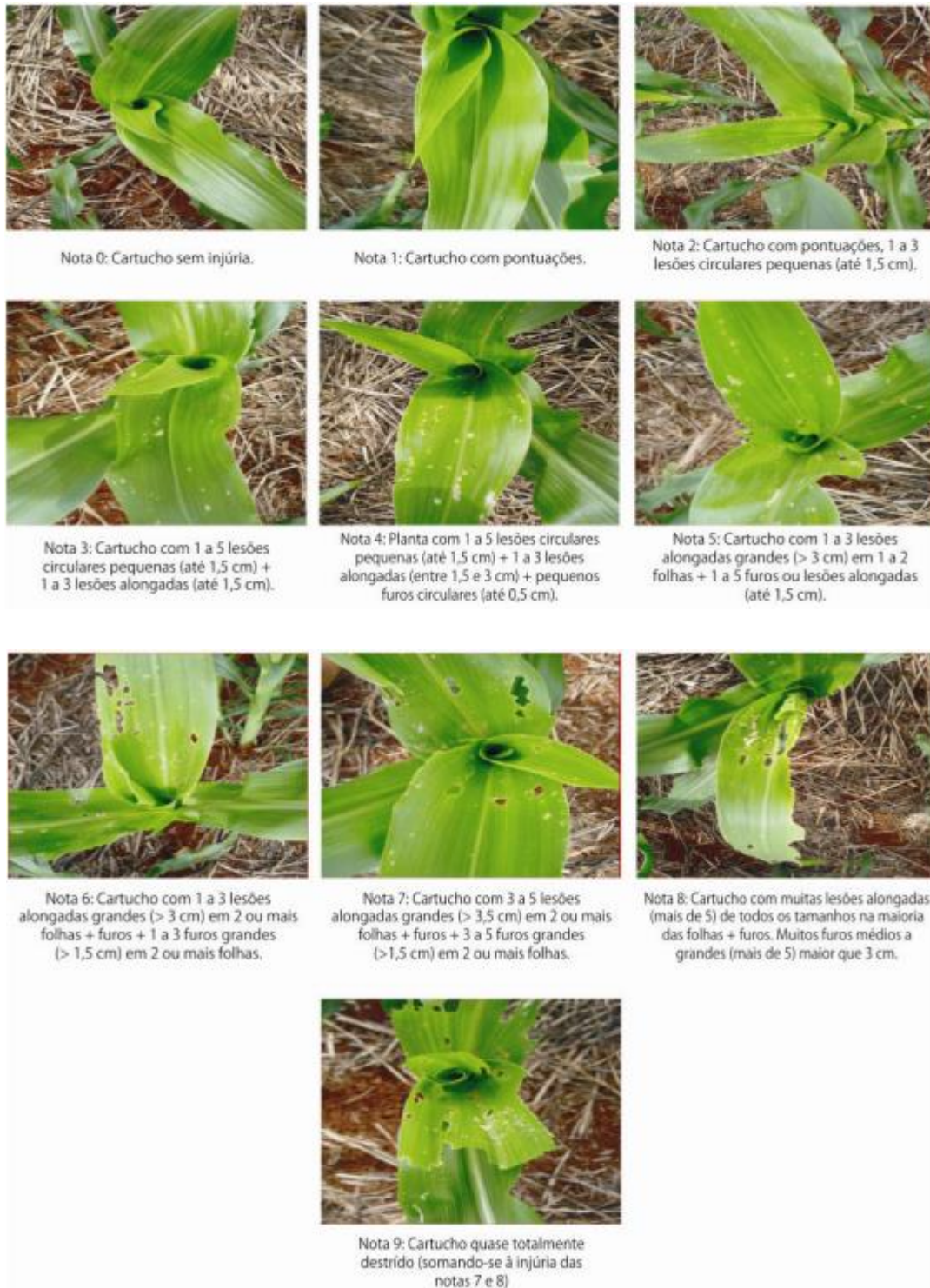


Figura 1. Escala de notas (0 - 9) de dano de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. Fonte: Adaptado de Davis et al., 1992.

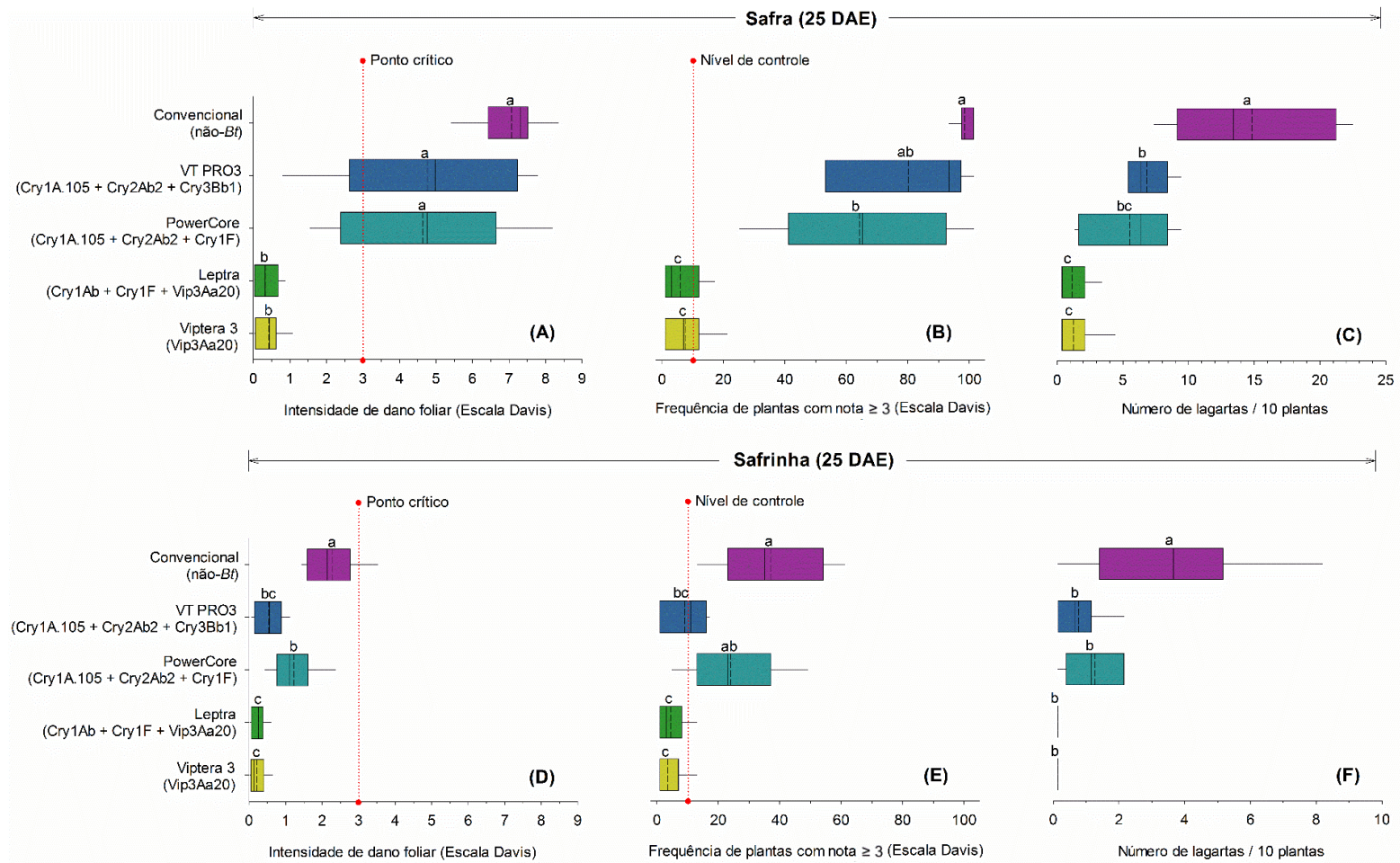


Figura 2. Dano foliar, frequência de plantas com notas ≥ 3 da Escala Davis (Davis et al. 1992) e número de lagartas de *Spodoptera frugiperda* em infestação natural em tecnologias de milho *Bt* e não-*Bt* aos 25 dias após emergência (DAE) no período de safra e safrinha no Sudoeste Goiano. As linhas tracejadas e sólidas no Boxplot representam a média e a mediana, respectivamente. Médias seguidas pelas mesmas letras não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Nas avaliações aos 25 DAE dos ensaios conduzidos na safrinha (milho segunda safra), as tecnologias *Bt* seguiram o mesmo padrão de eficiência no controle de *S. frugiperda* observado nos ensaios na safra. As tecnologias Leptra e Viptera 3 reduziram significativamente a intensidade do dano foliar causado por *S. frugiperda* ($F = 19.60$; $df = 4; 4$; $P = 0,006$) e a frequência de plantas com dano acima do ponto crítico (notas da escala Davis ≥ 3) ($F = 13.26$; $df = 4; 4$; $P = 0,014$), mantendo assim abaixo do nível de controle em comparação com PowerCore e VT PRO3 e o milho não-*Bt* (Figuras 2D e 2E). Na safrinha, assim como nos ensaios da safra, o número de lagartas vivas de *S. frugiperda* foi menor em todas as tecnologias *Bt* em comparação com o milho não-*Bt* ($F = 7.95$; $df = 4; 4$; $P = 0,034$). Nas tecnologias Leptra e Viptera 3, nenhuma lagarta de *S. frugiperda* foi encontrada, enquanto no PowerCore e VT PRO3 foram encontradas em média uma lagarta a cada dez plantas e no milho não-*Bt* esse número foi de aproximadamente 4 lagartas/10 plantas (Figura 2F).

Na avaliação dos danos causados as espigas no período de safra (85 DAE), não foram observadas diferenças significativas entre as tecnologias *Bt* e o milho não-*Bt* ($F = 3.12$; $df = 4; 4,5$; $P = 0,133$). Entretanto, VT PRO3 e PowerCore apresentaram os maiores danos (dados variados), demonstrando baixa consistência na eficiência de controle dos danos causados por *S. frugiperda* as espigas do milho (Figura 3A). Nesta avaliação, apenas no milho não-*Bt* foi encontrada uma lagarta de *S. frugiperda* (Figura 3B). Na safrinha, os danos causados por *S. frugiperda* as espigas do milho foram maiores comparados aos ensaios conduzidos no período da safra. Na safrinha, o maior dano nas espigas foi observado na tecnologia VT PRO3 ($F = 8.64$; $df = 4; 4$; $P = 0,030$). As demais tecnologias *Bt* não diferiram do milho não-*Bt*, embora o milho não-*Bt* e PowerCore tenham apresentado danos nas espigas, enquanto nenhum dano foi observado nas espigas das tecnologias Leptra e Viptera 3 (Figura 3C). Nenhuma lagarta viva de *S. frugiperda* foi encontrada nas espigas das tecnologias Leptra e Viptera 3, enquanto o número de lagartas encontradas no PowerCore e VT PRO3 não diferiram do milho não-*Bt*, com valores médios aproximados de 2 a 4 lagartas / 10 espigas ($F = 13.90$; $df = 4; 4$; $P = 0,012$) (Figura 3D).

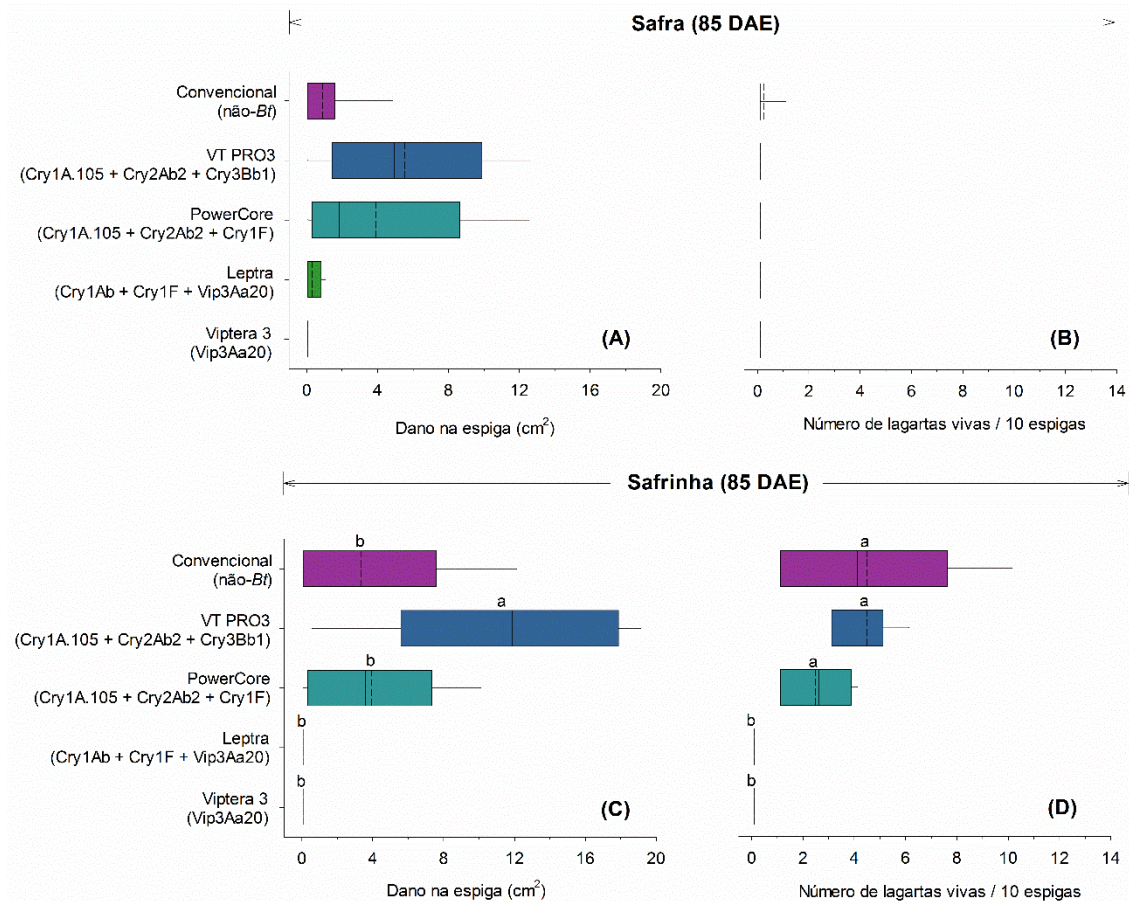


Figura 3. Dano na espiga e número de lagartas de *Spodoptera frugiperda* em infestação natural em tecnologias de milho *Bt* e não-*Bt* aos 85 dias após emergência (DAE) no período de safra e safrinha no Sudoeste Goiano. As linhas tracejadas e sólidas no Boxplot representam a média e a mediana, respectivamente. Médias seguidas pelas mesmas letras não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

De forma geral, os resultados demonstram maior pressão de ataque inicial de *S. frugiperda* nos ensaios de safra, isso pode ser observado ao comparar os valores das características avaliadas aos 25 DAE dos ensaios da safra com a safrinha. Os valores das características avaliadas são maiores nos ensaios de safra em comparação aos ensaios de safrinha. Essa maior pressão pode ser justificada, devido as poucas áreas de milho na época de safra na região de Montividiu, que na época da safra predomina o cultivo de soja. Sendo assim, diante da preferência de *S. frugiperda* por milho comparada a soja, pode ter ocorrido maior concentração de *S. frugiperda* nas áreas de milho, que atuaram como ilhas de alimentação. Porém, é curioso notar que na avaliação dos danos aos 85 DAE o cenário comparativo das épocas de plantio se inverte. De forma geral, maiores danos na espiga e presença de lagartas de

S. frugiperda são observados no período da safrinha comparado a safra. Uma provável explicação para este fato é a migração de indivíduos de áreas adjacentes de plantios escalonados, fazendo com que haja reinfestações na cultura em estádios mais avançados de desenvolvimento. Isso provavelmente está relacionado as grandes áreas de cultivo de milho no período da safrinha nas regiões de Montividiu e Rio Verde.

Com relação a eficiência das tecnologias *Bt*, podemos observar que mesmo tecnologias piramidadas (expressão mais de uma proteína inseticida) como VT PRO3 (Cry1A.105 + Cry2Ab2 + Cry3Bb1) e PowerCore (Cry1A.105 + Cry2Ab2 + Cry1F) estão apresentando falhas no controle de *S. frugiperda*, principalmente com alta pressão de ataque como observamos nos ensaios no período da safra (milho verão). Outro fato para observarmos é que as tecnologias Leptra (Cry1Ab + Cry1F + Vip3Aa20) e Viptera 3 (Vip3Aa20) que apresentam os melhores resultados de eficiência no controle de *S. frugiperda* nas duas épocas de plantio (safra e safrinha) expressão a proteína Vip3Aa20. Além disso, podemos verificar que pouco ou nenhum efeito aditivo ou sinérgico é conferido a tecnologia Viptera 3, quando a proteína Vip3Aa20 está associada a outras proteínas como Cry1Ab e Cry1F encontradas na tecnologia Leptra. Este resultado pode indicar que a eficiência observada na tecnologia Leptra está basicamente associada a expressão da proteína Vip3Aa20. Resultados semelhantes ao presente trabalho foram relatados por Moscardini et al. (2020), que avaliaram a eficiência de diferentes tecnologias de milho *Bt* no controle de *S. frugiperda* durante quatro anos em 36 ensaios de campo em diferentes regiões do Brasil. Estes autores verificaram que as melhores tecnologias no controle dos danos causados por *S. frugiperda* ao milho foram tecnologias que expressão a proteína Vip3Aa20 isolada ou em combinação com outras proteínas em materiais piramidados.

5 CONCLUSÃO

As tecnologias de milho *Bt* com a proteína Vip3Aa20 - Leptra e Viptera 3 apresentaram eficiência no controle de *S. frugiperda* nas duas épocas de plantio do milho (safra e safrinha). Enquanto, as tecnologias VT PRO3 e PowerCore não demonstram eficiência satisfatória para o controle de *S. frugiperda*, principalmente no período da safra com alta pressão da praga.

O monitoramento da eficiência de tecnologias de milho *Bt* para o controle de *S. frugiperda* é essencial para o desenvolvimento de estratégias de manejo mais eficientes e sustentáveis.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BETZ, F. S.; HAMMOND, B. G.; FUCHS, R. L. Safety and advantages of *Bacillus thuringiensis* protected plants to control insect pests. **Regulatory, Toxicology and Pharmacology**, v.32, p.156-173, 2000.

CECCON, G.; STAUT, L. A.; NOGUEIRA, R. Z.; NEUHAUS, R. Rendimento de grãos de milho safrinha em diferentes populações de espécies forrageiras. In: Seminário nacional de milho safrinha: rumo à estabilidade. Dourados: **Embrapa Agropecuária Oeste**, p.461-466, 2007.

CONAB Companhia Nacional de Abastecimento. Observatório agrícola: **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, safra 2019/20**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br> Acesso em: 25 nov.2020.

CRUZ, I. Manjo de pragas na cultura do milho. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (eds) **Tecnologias de produção do milho**. Editora UFV, Viçosa, p.312-366, 2012.

CRUZ, I.; TURPIN, F.T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estágios de crescimento da cultura de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, p.355-359, 1982.

DAVIS, F. M.; NG, S. S.; WILLIAMS, W. P. Visual rating scales for screening whorl-stage maize for resistance to fall armyworm. **Miss. Agric. For. Exp. Stn. Res. Bull.** v. 9 (Technical Bulletin, 186), 1992.

ISAAA. **Global status of commercialized biotech/GM crops: 2016**. Disponível em: <http://www.isaaa.org>. Acessado: 11/11/2020.

MOSCARDINI, V. F.; MARQUES, L. H.; SANTOS, A. C.; ROSSETTO, J.; SILVA, O. A. B. N.; RAMPAZZO, P. E.; CASTRO, B. A. Efficacy of *Bacillus thuringiensis* (Bt) maize expressing Cry1F, Cry1A.105, Cry2Ab2 and Vip3Aa20 proteins to manage the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Crop Protection**. v. 137, p.105269, 2020.

OMOTO, C.; SCHIMIDT, F. B.; SILVA, R. B.; ZUCCHI, T. D.; RISCO, M. D. M. Bases for an insecticide resistance management of *Spodoptera frugiperda* in corn in Brazil. In: **International Congress of Entomology**, Foz do Iguaçu, p.347, 2000.

PRASANNA, B. M.; HUESING, J. E.; EDDY, R.; PESCHKE, V. M. Fall Armyworm in Africa: A Guide for Integrated Pest Management, first ed. **CIMMYT**, Mexico, p.120. 2018.

ROMEIS, J.; MEISSLE, M.; BIGLER, F. Transgenic crops expressing *Bacillus thuringiensis* toxins and biological control. **Nature Biotechnology**, v. 24, p.63-71, 2006.

SAS Institute. SAS for Windows Version 9.0. **SAS Institute Inc.**, Cary, NC. 2008.

VALICENTE, F. H. Manejo de pragas. In: BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. (eds) **Milho do plantio à colheita**. Editora UFV, Viçosa, p.274-293, 2015.

VILARINHO, E. C.; FERNANDES, O. A.; HUNT, T. E.; CAIXETA, D. F. Movement of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) adults in maize in Brazil. **Florida Entomologist**. v. 94, p.480-488, 2011.