

INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ

FABRÍCIA DANIELI SUDAK DE LIMA

AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA DO MILHO (*Zea mays* L.) TRANSGÊNICO (*Bt*) E  
CONVENCIONAL A *Spodoptera frugiperda*.

IVAIPORÃ

2023

FABRÍCIA DANIELI SUDAK DE LIMA

AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA DO MILHO (*Zea mays* L.) TRANSGÊNICO (*Bt*) E  
CONVENCIONAL A *Spodoptera frugiperda*.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Engenharia Agrônoma,  
do Instituto Federal do Paraná, como requisito  
parcial de avaliação para o título de Engenheira  
Agrônoma.

Orientadora: Profa. Dra. Mariana Closs Salvador  
Shiinoki

IVAIPORÃ  
2023

## FOLHA DE APROVAÇÃO

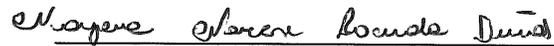
Fabrcia Danieli Sudak de Lima

### **AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA DO MILHO (*Zea mays* L.) TRANSGÊNICO (Bt) E CONVENCIONAL A *Spodoptera frugiperda*.**

O presente trabalho em nível de graduação foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:



Prof. Dr. Denis Santiago da Costa  
Instituto Federal do Paraná – Campus Ivaiporã



Profª Drª Nayara Norrene Lacerda Duraes  
Instituto Federal do Paraná – Campus Ivaiporã

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônômica obtido pelo Instituto Federal do Paraná – Campus Ivaiporã.



Coordenadora do Curso de Engenharia Agrônômica  
Siape: 1227192



Profª Drª Mariana Closs Salvador-Shiinoki

Orientadora  
Siape: 1243961

Ivaiporã, 2023

Dedico esse trabalho a minha família, que  
sempre esteve ao meu lado em todos os  
momentos da minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Primordialmente, expresso meus sinceros agradecimentos à Deus, que se mostra presente em cada momento da minha vida, me deu suporte e força para a realização do curso e deste trabalho.

Expressando minha profunda admiração, agradeço imensamente à minha orientadora Mariana Closs Salvador-Shiinoki, por estar presente durante toda a realização deste trabalho. Sua notável educação, respeito e carinho foram fundamentais para o meu crescimento e aprendizado.

Agradeço profundamente ao meu companheiro de vida Alisson, que esteve ao meu lado, oferecendo-me total apoio, compreensão e paciência ao longo de toda a jornada.

Agradeço imensamente aos meus pais, Marta e Sebastião, por seu imenso apoio e incentivo na busca dos meus sonhos. Eles nunca pouparam esforços para minha felicidade e realização.

Sou imensamente grata a toda a minha família, principalmente minhas irmãs Beatriz, Vanessa e Patrícia, pelo apoio emocional incondicional e pela presença constante em minha vida, especialmente nos momentos mais desafiadores. Agradeço por estar sempre ao meu lado, oferecendo conforto e encorajamento, fortalecendo-me durante as adversidades.

Gostaria de expressar meu profundo agradecimento aos meus amigos Fernanda e Geraldo, que foram companheiros constantes ao longo de toda a realização deste trabalho. Suas presenças significaram um apoio inestimável, oferecendo suporte emocional, incentivo e contribuições valiosas. Sou imensamente grata por suas amizades genuína e por estarem ao meu lado durante todo o processo.

Imensa gratidão também aos meus amigos Luana, Daniel, Wily, Maicon, Lucas e Fabiane, pela ajuda que forneceram durante a realização do experimento.

Agradeço aos técnicos Thais e Roberto pelo auxílio, de extrema importância durante a parte prática deste trabalho.

Gostaria de expressar meus mais sinceros agradecimentos aos professores da Instituição, que generosamente compartilharam seu vasto conhecimento ao longo dessa jornada de aprendizado. Em especial, gostaria de agradecer ao Professor Denis, que se destacou por sua dedicação incansável em auxiliar no trabalho, transmitindo todo o seu conhecimento de forma inestimável.

Agradeço ao Instituto Federal do Paraná – Campus Ivaiporã, pelo suporte técnico e pelo espaço que concedeu para a realização do trabalho, e por proporcionar a realização de um sonho, a formação em Engenharia Agrônômica.

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos pelas valiosas parcerias, que foram: Rafael, da Casa Rural R. Cois Dos Reis & CIA LTDA (Ivaiporã), Márcio, da Agrovét (Manoel Ribas); Empresa Íntegra; Juliano, da AgroRaiser Agropecuária (Ivaiporã) e o Engenheiro Agrônomo Ednilson Mazieiro. Suas generosas contribuições por meio da doação de insumos foram fundamentais para a realização da prática deste trabalho. Estou imensamente grata pelo apoio e colaboração.

*A lagarta disse que ia voar e todos riram  
dela. Menos a borboleta.  
Caminhe com quem acredita em você.  
(autor desconhecido)*

## RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais cultivados no mundo, ocupando no Brasil, significativa importância econômica. Um dos fatores que mais interfere na produtividade da cultura, é o ataque de insetos-praga. Dentre eles, destaca-se a lagarta-do-cartucho-do-milho, *Spodoptera frugiperda*, que pode causar perdas de 17% a 38,7% dependendo do ambiente, da cultivar, do estágio de desenvolvimento e nutricional das plantas atacadas. Assim, considerando a importância do cultivo do milho e o impacto do ataque de insetos em sua produtividade, este trabalho teve o objetivo de avaliar a resistência de cultivares de milho transgênicos (*Bt*) e convencional a *S. frugiperda*. O experimento foi dividido em duas etapas: atratividade alimentar e dano. O experimento de atratividade foi realizado em condições de laboratório com quatro tratamentos: As cultivares transgênicas MG 545 e LG 36799, e as convencionais ANHEMBI e AGR VEREDA, em diferentes estágios fenológicos (V2, V4 e V6), 10 repetições e 10 avaliações realizadas a cada 30 minutos, o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso. O experimento de dano foi realizado adotando-se as mesmas cultivares descritas anteriormente sob condição de infestação de cinco lagartas por planta inseridas no cartucho em casa de vegetação, totalizando quatro tratamentos, com cinco repetições e delineamento inteiramente casualizado. O dano foi avaliado após cinco dias da infestação, utilizando a escala de danos de 0 a 9 para praga em milho. Para o experimento de atratividade pode-se observar que a cultivar ANHEMBI foi a preferida pelos insetos, enquanto a LG 36799 obteve menor atratividade. No experimento de dano a cultivar ANHEMBI obteve o maior dano, e a cultivar MG 545 obteve o menor dano em suas plantas, as cultivares LG 36799 e AGR VEREDA, não apresentaram diferença significativa entre os danos observados. Os resultados obtidos sugerem que a cultivar mais suscetível ao ataque de *S. frugiperda* é ANHEMBI.

**Palavras-chave:** *Zea mays*; insetos-praga; atratividade alimentar.

## ABSTRACT

The corn (*Zea mays* L.) is one of the most cultivated cereals in the world, occupying significant economic importance in Brazil. One of the factors that most interfere with crop productivity is the attack of insect pests. Among them, the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, stands out, which can cause losses from 17% to 38.7% depending on the environment, cultivar, developmental and nutritional stage of the attacked plants. Thus, considering the importance of corn cultivation and the impact of insect attack on its productivity, this work aimed to evaluate the resistance of transgenic (Bt) and conventional corn cultivars to *S. frugiperda*. The experiment was divided into two stages: food attractiveness and damage. The attractiveness experiment was carried out under laboratory conditions with four treatments: The transgenic cultivars MG 545 and LG 36799, and the conventional ones ANHEMBI and AGR VEREDA, at different phenological stages (V2, V4 and V6), 10 replications and 10 evaluations performed at every 30 minutes, the experimental design was randomized blocks. The damage experiment was carried out by adopting the same cultivars previously described under the condition of infestation of five caterpillars per plant inserted in the cartridge in a greenhouse, totaling four treatments, with five replications and completely randomized design. The damage was evaluated after five days of infestation, using the damage scale from 0 to 9 for corn pest. For the attractiveness experiment, it can be seen that the ANHEMBI cultivar was preferred by the insects, while the LG 36799 obtained the lowest attractiveness. In the damage experiment, cultivar ANHEMBI obtained the highest damage, and cultivar MG 545 obtained the lowest damage in its plants, cultivars LG 36799 and AGR VEREDA, did not present a significant difference between the observed damages. The results obtained suggest that the cultivar most susceptible to attack by *S. frugiperda* is ANHEMBI.

**Keywords:** *Zea mays*; insect pests; food attractiveness.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cultivo das plantas e distribuição dos vasos adotando o delineamento inteiramente casualizado.....	16
Figura 2 – Procedimentos iniciais realizados para o experimento de atratividade ....	17
Figura 3 – Procedimentos realizados para iniciar a avaliação de atratividade em condições de laboratório .....	18
Figura 4 – Instalação do experimento para avaliação de dano .....	19
Figura 5 – Ciclo de vida da lagarta-do-cartucho do milho .....	24
Figura 6 – Esquema do milho <i>Bt</i> nas lagartas.....	27

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição de características de cultivares transgênicas e convencionais utilizadas no trabalho .....	14
Tabela 2 – Caracterização química do solo utilizado no experimento.....	15
Tabela 3 – Estádios vegetativos e reprodutivos da planta de milho.....	22
Tabela 4 – Número de insetos nos discos foliares avaliados em diferentes tempos em estágio fenológico com duas folhas completamente desenvolvidas (V2) .....	29
Tabela 5 – Número de insetos nos discos foliares avaliados em diferentes tempos em estágio fenológico com quatro folhas completamente desenvolvidas (V4) .....	30
Tabela 6 – Número de insetos nos discos foliares avaliados em diferentes tempos em estágio fenológico com seis folhas completamente desenvolvidas (V6) .....	31
Tabela 7 – Notas obtidas através dos danos causados por <i>S. frugiperda</i> nos tratamentos em estágio fenológico com seis folhas completamente desenvolvidas (V6) .....	32

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 HIPÓTESE .....	13
1.2 PROBLEMA .....	13
1.3 OBJETIVO.....	13
1.3.1 Objetivo geral .....	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	14
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>15</b>
2.1 CULTIVO DAS PLANTAS .....	15
2.2 TESTE DE ATRATIVIDADE ALIMENTAR .....	17
2.3 AVALIAÇÃO DE DANO DE <i>S. frugiperda</i> EM PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS EM CASA DE VEGETAÇÃO.....	19
2.4 ANÁLISE DE RESULTADOS.....	20
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>21</b>
3.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO MILHO NO CENÁRIO AGRÍCOLA DO BRASIL.....	21
3.2 FISIOLOGIA DA PRODUÇÃO DO MILHO E O IMPACTO DO ATAQUE DE INSETOS NA PRODUTIVIDADE .....	22
3.3 MORFOLOGIA E BIOLOGIA DE <i>S. frugiperda</i> .....	24
3.4 MANEJO POPULACIONAL DE <i>S. frugiperda</i> .....	26
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>30</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho (*Zea mays* L.) do mundo, com 118,0 milhões de toneladas produzidas na safra 2021/22 e é o segundo maior exportador do cereal, sendo esta a segunda planta mais cultivada no país (EMBRAPA, 2020).

Um dos fatores de redução da produtividade da cultura são os insetos-praga. Dentre eles destaca-se a lagarta-do-cartucho-do-milho (*S. frugiperda*) (J.E. SMITH, 1797) que é a principal praga da cultura. Os ataques deste inseto provocam perdas na ordem de 17% a 38,7%, dependendo do ambiente, da cultivar e do estágio de desenvolvimento das plantas atacadas, comprometendo tanto o rendimento, quanto a comercialização do milho (CRESPO, 2021). Ainda, cabe ressaltar que *S. frugiperda* apresenta importância como praga da parte aérea como da espiga. (VALICENTE, 2015)

Para o manejo populacional de *S. frugiperda* os métodos mais utilizados são: controle químico e o controle varietal, seja por meio da resistência de plantas ou pela utilização de plantas Bt (CRESPO, et al., 2021). O controle químico apresenta uma grande variedade de produtos comerciais que encontram-se registrados; contudo, o uso indiscriminado tem promovido a seleção de populações resistentes aos inseticidas, assim como perturbações no meio ambiente (CARVALHO E BARCELLOS, 2012). O controle varietal também é um meio adotado para o manejo de pragas, e pode contribuir para a manutenção do inseto praga abaixo do nível de dano econômico, redução do desequilíbrio do agro ecossistema, redução dos custos de produção e ainda a possibilidade de ser integrada com outras táticas de manejo populacional, sendo, uma das tecnologias mais utilizadas na atualidade o milho geneticamente modificado por meio da inserção de genes da bactéria *B. thuringiensis* (*Bt*) (NOGUEIRA, L. 2015).

A utilização extensiva de plantas *Bt*, sem o manejo adequado, propicia a seleção de populações resistentes e pode inviabilizar o uso de plantas *Bt*. Assim, além de preconizar a adoção de áreas de refúgio, outra alternativa para a manutenção da tecnologia é a utilização de plantas convencionais menos suscetível. Sendo assim, estudos na área de resistência de insetos a plantas transgênicas e vislumbrando a utilização de plantas convencionais com característica de resistência à insetos são

fundamentais para compreender o comportamento dos insetos frente a plantas Bt e para manutenção desta tecnologia em campo.

## 1.1 HIPÓTESE

A utilização extensiva de plantas *Bt* na cultura do milho pode levar à seleção de populações de lagarta-do-cartucho-do-milho (*S. frugiperda*) resistentes aos genes Bt, prejudicando a eficácia do controle e a viabilidade das plantas transgênicas.

## 1.2 PROBLEMA

Como garantir a efetividade do manejo populacional da lagarta-do-cartucho-do-milho e a manutenção da tecnologia de plantas *Bt* na cultura do milho, considerando o risco de seleção de populações resistentes e a necessidade de alternativas sustentáveis para o controle da praga?

## 1.3 OBJETIVO

### 1.3.1 Objetivo geral

Avaliar a resistência de quatro cultivares de milho transgênicos e convencionais a *S. frugiperda*.

### 1.3.2 Objetivos específicos

Avaliar a atratividade alimentar em diferentes cultivares de milho transgênicos e convencionais a *S. frugiperda*.

Avaliar o dano a *S. frugiperda* em diferentes cultivares de milho transgênicos e convencionais em casa de vegetação.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e laboratório do Instituto Federal do Paraná - Campus Ivaiporã, localizado na Rodovia PR 466 - Gleba Pindaúva - Secção C - Parte 2, com coordenadas geográficas 24°15'11.21"S de latitude sul, 51°42'52.64"O de longitude oeste e 700 metros de altitude.

### 2.1 CULTIVO DAS PLANTAS

Para implantação dos experimentos foram utilizadas cultivares convencionais e transgênicas de amplo cultivo na região (Tabela 1):

**TABELA 1** - Descrição de características de cultivares transgênicas e convencionais utilizadas no trabalho

<b>Cultivares</b>	<b>Tecnologia</b>	<b>Ciclo</b>	<b>Finalidade</b>	<b>Característica</b>
MG 545	PowerCore Ultra	Precoce	Grão	Transgênico
LG 36799	Vip3	Médio	Grão/silagem	Transgênico
ANHEMBI	Variedade	Precoce	Grão/silagem	Convencional
AGR VEREDA	Variedade	Precoce	Grão	Convencional

**Fonte:** As autoras, 2023.

Para a adubação, foi consultada a análise de solo (Tabela 2) do barranco do IFPR com profundidade de 00-20 cm, onde foi retirado o solo para ser utilizado no experimento. O solo utilizado é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico muito argiloso, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. (EMBRAPA, 2018).

**TABELA 2** - Caracterização química do solo utilizado no experimento.  
Ivaiporã/PR, 2023

<sup>1</sup> Prof	P	pH (CaCl <sub>2</sub> )	H+Al <sup>+3</sup>	K	Ca	Mg	C	V
<sup>2</sup> M	mg/dm <sup>3</sup>		cmolc/dm <sup>3</sup>					%
0,00- 0,20	1,44	5,41	4,03	0,04	0,101	0,053	4,2	59,93

**Fonte:** As autoras, 2023.

<sup>1</sup>Prof: Profundidade; C: Carbono; P: Fósforo; pH: Teor de pH em Cloreto de cálcio; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; V: Saturação por bases

<sup>2</sup>M: Metros

As cultivares foram semeadas em casa de vegetação, em vasos com capacidade de cinco litros, na quantidade de cinco sementes por vaso, deixando-se após desbaste, apenas uma planta. O substrato utilizado foi terra de barranco misturado a areia grossa na proporção de 2:1 sendo, duas partes de terra para uma parte de areia. Após a verificação da análise, foi constatada a necessidade de realizar um aporte nutricional, sendo adotado duas gramas de calcário magnesiano, fósforo, potássio e nitrogênio; para os três últimos foi utilizado o Super Simples (16% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Cloreto de Potássio (60% de K<sub>2</sub>O) e uréia (45% de N). Todos os nutrientes foram incorporados ao substrato, onde posteriormente foi realizada a semeadura das sementes de milho.

Foram utilizados 32 vasos, sendo 12 para utilização no experimento de atratividade alimentar e 20 para a avaliação de danos. Os vasos foram distribuídos adotando-se delineamento inteiramente casualizado (Figura 1), para que houvesse uniformidade da distribuição, não existindo favorecimento de nenhum tratamento. O solo foi irrigado até a capacidade de campo, que é quando a água retém e drena de forma livre no solo, com o intervalo de um dia.

**FIGURA 1** - Cultivo das plantas e distribuição dos vasos adotando o delineamento inteiramente casualizado, sendo 12 vasos para o experimento de atratividade (A) e 20 vasos para o experimento de dano (B).



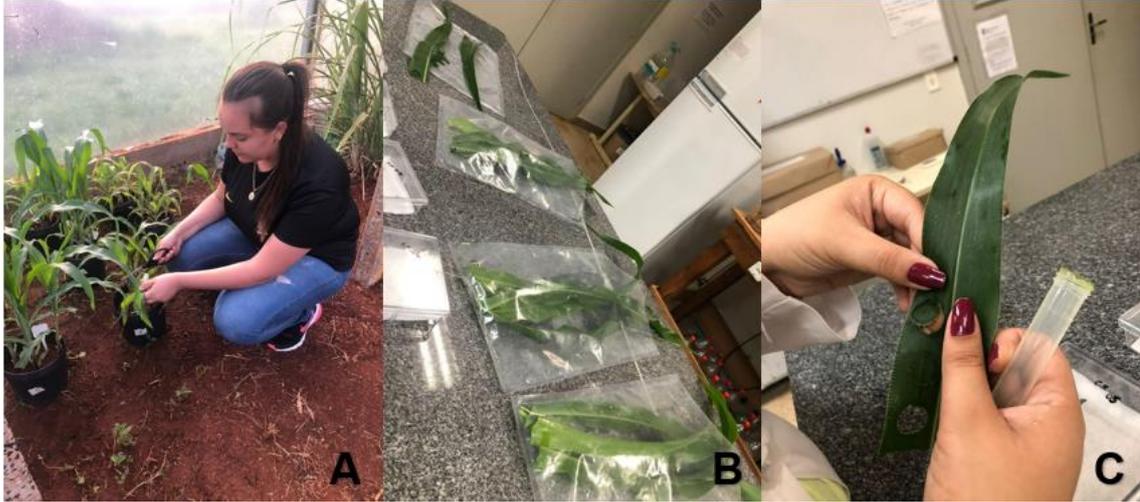
Fonte: As autoras, 2022.

## 2.2 TESTE DE ATRATIVIDADE ALIMENTAR

Para avaliar a atratividade alimentar de *S. frugiperda* em cultivares de milho foram conduzidos três experimentos, utilizando plantas em diferentes estádios fenológicos em cada um deles: duas folhas completamente desenvolvidas (V2) para o primeiro, quatro folhas completamente desenvolvidas (V4) para o segundo e seis folhas completamente desenvolvidas (V6) para o terceiro experimento, realizados no laboratório de agroecologia do IFPR. Nos três experimentos de atratividade, foram utilizados quatro tratamentos: MG 545, LG 36799, ANHEMBI e AGR VEREDA; sendo o delineamento adotado de blocos ao acaso com 10 repetições.

Folhas mais velhas e mais desenvolvidas das cultivares foram coletadas na casa de vegetação e armazenadas, higienizadas com água corrente e logo em seguida secas com papel toalha, cortadas utilizando molde cilíndrico com diâmetro do disco de 1,5 cm (Figura 2).

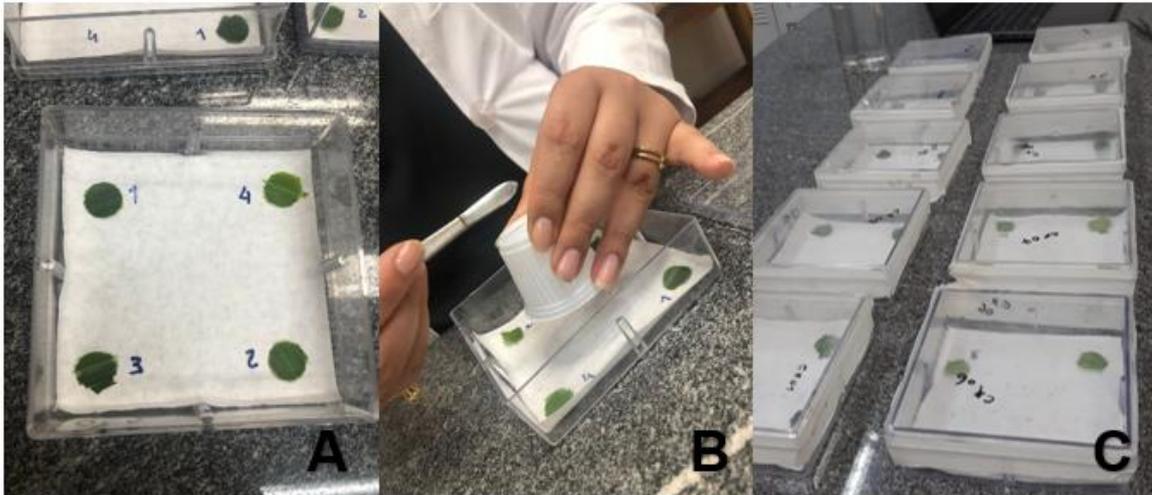
**FIGURA 2** - Procedimentos iniciais realizados para o experimento de atratividade, iniciado com a coleta das folhas em casa de vegetação (A), armazenamento das folhas coletadas (B), corte cilíndrico na folha para ser colocado em gerbox (C).



Fonte: As autoras, 2022

Os discos foliares foram distribuídos, seguindo o sorteio, em caixas de poliestireno cristal transparente do tipo gerbox de tamanho 11x11x3,5 cm, com o fundo coberto com papel germitest. Após realizado este processo, 20 lagartas de primeiro e segundo ínstar *S. frugiperda* provenientes da criação massal da Embrapa, Londrina-PR, foram liberadas ao centro da caixa, que foi vedada com fita adesiva (Figura 3). As avaliações de atratividade, consistiram na observação da quantidade de lagartas que havia em cada tratamento. A duração da avaliação era de cinco horas, realizadas a cada 30 minutos, totalizando 10 avaliações.

**FIGURA 3** - Procedimentos realizados para iniciar a avaliação de atratividade em condições de laboratório. Gerbox com os tratamentos casualizados (A), liberação de lagartas ao centro da gerbox (B), encerramento da preparação com a caixa vedada (C).



Fonte: As autoras, 2022.

### 2.3 AVALIAÇÃO DE DANO DE *S. frugiperda* EM PLANTAS DE MILHO CULTIVADAS EM CASA DE VEGETAÇÃO

Para avaliar o dano de *S. frugiperda* em plantas de milho cultivadas em casa de vegetação, foi realizada a infestação, no estágio fenológico de seis folhas desenvolvidas (V6), adotando quatro tratamentos que foram infestados.

Para a infestação foram inseridas cinco lagartas no cartucho das plantas com o auxílio de um pincel. Todas as plantas foram infestadas, logo após cobertas com tecido voil e preso com elástico na base do vaso (Figura 4).

Após cinco dias, foi realizada a avaliação de danos causados pela lagarta, sendo utilizada uma escala de notas de 0 a 9, proposta por Davis, et al., (1992), correspondendo às notas 0-cartuchos sem lesões; 1-folhas raspadas; 2-folhas raspadas e pequenas lesões circulares; 3-cartucho com poucas lesões circulares ou indefinidas de 1,3 cm nas folhas expandidas e novas; 4-cartucho com várias lesões entre 1,3 cm e 2,5 cm nas folhas expandidas e novas; 5-cartucho com várias lesões maiores que 2,5 cm presentes em algumas folhas expandidas e novas; 6-cartucho com várias lesões maiores que 2,5 cm presentes em várias folhas expandidas e novas; 7-cartucho com várias lesões irregulares e algumas áreas das folhas completamente comidas; 8-cartucho com várias lesões irregulares e várias folhas

completamente comidas; 9-planta completamente destruída. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições, totalizando 20 vasos.

**FIGURA 4** - Instalação do experimento para avaliação de dano. A) Infestação de cinco lagartas por planta inseridas no cartucho, (B) cobertura das plantas com gaiola de voil.



Fonte: As autoras, 2022

## 2.4 ANÁLISE DE RESULTADOS

As análises foram efetuadas com auxílio do software estatístico Assistat 7.6 beta (SILVA e AZEVEDO, 2016). Os dados de número médio de lagartas para o experimento de atratividade foram comparados pelo teste de Friedman a 5% de probabilidade. Os dados referentes ao dano foram comparados pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de probabilidade.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO MILHO NO CENÁRIO AGRÍCOLA DO BRASIL

O milho é um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo (FAO, 2020). Destaca-se como alimento para animais, utilizado como a principal fonte de energia, compondo aproximadamente 80% das dietas de aves e suínos no Brasil (Lima, et al., 2011). Na alimentação humana, pode ser consumido “in natura” e também é usado na produção de diversos produtos alimentícios, como: farinha, flocos, pastas, além de ser utilizado como ingrediente básico para processos industriais, como amido, óleo, proteínas, bebidas alcoólicas e edulcorantes alimentícios (Abia, 2021). Uma outra finalidade para cultura, é a produção de biocombustíveis, como o etanol, sendo que em 2019, no Brasil, cerca de 850 mil toneladas de milho foram usadas para etanol (Embrapa, 2019)

Segundo a USDA (Departamento de agricultura dos Estados Unidos) em 2021, a safra mundial de milho em 2021/22, obteve uma produção global recorde de 1,19 bilhões de toneladas, sendo o maior produtor os Estados Unidos com 380,8 milhões de toneladas, seguido da China com 268,0 milhões de toneladas. O Brasil é o terceiro maior produtor com 118,0 milhões de toneladas e é o segundo maior exportador do cereal. Ainda, neste contexto o milho é a segunda planta mais cultivada no país (EMBRAPA, 2020), com cerca de 57 milhões de toneladas de grãos produzidos em uma área de quase 15 milhões de hectares, sendo dados referentes a duas safras: primeira safra e safrinha (CRUZ, J. C, 2021).

No cenário produtivo brasileiro, os estados: Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais, nesta ordem (ETENE, 2022), são os maiores produtores de milho. Assim, pode-se observar que o Paraná figura como o segundo maior produtor do país sendo que em 2022 a produção no estado foi de 12.104,1 milhões de toneladas, com área plantada de 5.680,0 milhões de hectares e produtividade de 2.131 kg/ha, segundo o levantamento de 05/2022 (CONAB, 2022). Em 2022, o Norte do Paraná foi a região que mais plantou milho na segunda safra, segundo o analista do Deral Edmar Gervásio, 981 mil hectares, representando 36%

do total (Canal Rural, 2022). Na região Norte Central do Paraná, na mesorregião de Ivaiporã, o cultivo do milho obteve desempenho crescente, além disso, consegue se destacar no cultivo por suas condições favoráveis de temperatura (SISTEMA FAEP, 2021).

A produção de milho é caracterizada por duas épocas de plantio: o plantio de verão, chamado primeira safra, sendo o período mais favorável para a cultura, e a segunda safra, chamada safrinha, onde, ocorre o plantio logo após o final do ciclo da soja precoce, e mesmo sendo desfavorecido em anos com temperaturas mais severas, o plantio safrinha tem aumentado em virtude da utilização de cultivares resistentes (Embrapa, 2021). Desde o ano de 2011/12 a semeadura na segunda safra tem ganhado espaço no cultivo do milho, superando a semeadura do milho primeira safra (Conab, 2018) o que torna a competição com a cultura da soja menor (Contini, 2019).

### 3.2 FISILOGIA DA PRODUÇÃO DO MILHO E O IMPACTO DO ATAQUE DE INSETOS NA PRODUTIVIDADE

O milho (*Zea mays L.*) é uma planta que pertence à família Poaceae, é uma espécie anual, ereta, monoico-monoclina, classificada no grupo das plantas C4, com ampla adaptação a diferentes condições de ambiente (NUNES, 2007). Originou-se no México e é uma das plantas com maior eficiência armazenadora de energia (Baldo, 2007).

A partir da semente de milho que pesa aproximadamente 0,3 g é produzida uma planta com cerca de dois metros de altura, e que pode produzir 600 a 1.000 sementes (Aldrich et al. 1982). (Embrapa, 2015).

No campo a produção do milho é influenciada por vários fatores fisiológicos, como temperatura, umidade do solo, nutrição mineral e disponibilidade de água. A planta requer bastante energia para o seu crescimento e desenvolvimento, por isso precisa de uma quantidade adequada de nutrientes, especialmente nitrogênio, fósforo e potássio, para garantir uma produção desejada pelos produtores (Embrapa, 2006).

Em relação ao período de cultivo, o Brasil, por ser um país tropical, apresenta condições favoráveis para o desenvolvimento deste cereal (Embrapa, 2015). Para

atingir o potencial produtivo máximo, a cultura requer temperatura alta, entre 24 e 30°C, radiação solar elevada e adequada disponibilidade hídrica do solo. A quantidade mínima de água exigida pela cultura é de 350 a 500 mm, contudo tem a sua produtividade máxima quando é consumido de 500 a 800 mm de água durante o seu ciclo (ANDRADE, 2000). Na mesorregião norte central paranaense, mais precisamente no Vale do Ivaí, as condições climáticas são favoráveis para o cultivo do milho, até mesmo em segunda safra, que é o mais produzido nesta região (DERAL, 2020). Supridas as condições necessárias para o seu crescimento, o milho deve seguir uma ordem de desenvolvimento, chamada de fases fenológicas, que servirá de base para compreender desde as fases mais críticas até as mais exigentes, no que tange as necessidades nutricionais, de temperatura e hídrica, bem como os estágios mais suscetíveis ao ataque de pragas (Tabela 3).

**TABELA 3** - Estádios vegetativos e reprodutivos da planta de milho.

<b>Vegetativo</b>	<b>Reprodutivo</b>
VE, germinação e emergência	R1, embonecamento
V1, 1º folha desenvolvida	R2, grão bolha
V2, 2º folha desenvolvida	R3, grão leitoso
V3, 3º folha desenvolvida	R4, grão pastoso
V4, 4º folha desenvolvida	R5, formação do grão dente
V(n), nº folha desenvolvida	R6, maturação
VT, pendoamento	

Fonte: Magalhães *et al.*, 2006.

Dentre os fatores que afetam negativamente aspectos fisiológicos da planta e conseqüentemente reduzem a sua produtividade encontra-se o ataque de insetos. O ataque de insetos pode resultar na redução da área fotossintética e diminuir a produção de energia para a planta. Além disso, pode acarretar na disseminação de doenças e patógenos, afetando a capacidade da planta em absorver nutrientes e água (Embrapa, 2015).

Dentre as principais pragas do cultivo do milho são observados o percevejo Barriga-Verde (*Diceraeus melacanthus*), a Cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) e a Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) (MENDES, et al, [20--]). Segundo um

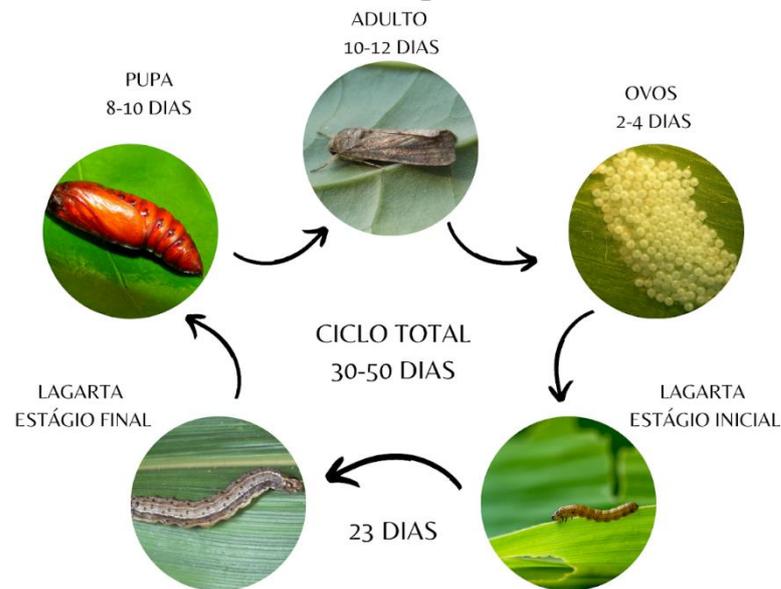
estudo realizado por Picanço et al, (2003), a porcentagem de perdas acumulativas totais do cultivo por ataque de pragas pode chegar a 29,62%. Dentre as pragas mencionadas destaca-se *S. frugiperda* que devido ao seu hábito polífago, completa seu ciclo de desenvolvimento em várias espécies de plantas, o que resulta em maior multiplicação dessa praga e torna seu controle ainda mais complicado (TAVARES, M. 2019). Em geral, os ataques de *S. frugiperda* provocam perdas na ordem de 17% a 38,7%, dependendo do ambiente, da cultivar e do estágio de desenvolvimento das plantas atacadas, comprometendo tanto o rendimento, quanto a comercialização do milho. (Crespo, et al., 2021).

A infestação leva a perdas financeiras significativas para os produtores de milho, pois o controle da praga acaba sendo caro e ainda afetando a rentabilidade da cultura (MENDES, et. al., 2021).

### 3.3 MORFOLOGIA E BIOLOGIA DE *Spodoptera frugiperda*

A *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) também chamada de lagarta-do-cartucho ou lagarta-militar, se destaca por se alimentar em mais de 80 espécies de plantas, sendo encontrada principalmente em gramíneas (Luginbill 1928, Capinera 2008). É uma das principais pragas do milho, de hábito polífago e generalista, alimenta-se da planta em todos os estágios do seu desenvolvimento, com preferência por cartucho de plantas jovens, podendo causar até sua morte quando o ataque acontece nos primeiros trinta dias (MONNERAT et al., 2015). O ciclo do inseto (ovo - adulto) tem em média 30 dias em condições de temperatura favorável (Figura 5) e pode levar até 50 dias em períodos mais frios. (Crespo, et al., 2021).

**FIGURA 5** - Ciclo de vida da lagarta-do-cartucho do milho.



Fonte: Figura adaptada - Site Promip, 2019.

Após a oviposição, o ovo possui coloração verde-clara, e após 12-15 horas passa para uma coloração alaranjada. Quando estiver próximo à eclosão da larva, se torna mais escuro devido à cabeça negra da larva. A quantidade de ovos depositados pode variar, podendo chegar a 1.000 por fêmea. O período de incubação é aproximadamente de dois a quatro dias, dependendo da temperatura. A fase larval apresenta cinco, seis ou sete instares, com duração dependente de temperatura e disponibilidade de alimento. Contendo hábito canibalista, a partir do segundo ínstar, pode ser possível encontrar apenas uma lagarta por cartucho. A duração do período larval é em média de 23 dias. Apresentam duas características principais, que é a frente da cabeça marcada com um Y invertido, as vezes podendo não ser muito aparente, e a segunda são os tubérculos presentes em cada segmento abdominal em forma de trapézio, sendo composto por quatro pináculos, com coloração preta que possuem uma área esclerotizada com um pelo curto engrossado próximo a base. (ROSA, A. P. S. A., BARCELOS, H. T., 2012)

Após se desenvolver completamente, a lagarta se dirige ao solo e passa por um período sem se alimentar, que se chama pré-pupa, com duração de um dia se a temperatura for elevada e em períodos mais amenos pode levar até cinco dias, logo após se transforma em pupa no solo (EMBRAPA, 2012). A duração do período pupal dura em torno de oito a 10 dias (VALICENTE, 2015), dependendo sempre da temperatura. O adulto de *S. frugiperda* é uma mariposa que contém a coloração cinza escuro, com duração de 10 a 12 dias. As fêmeas são de coloração marrom-

acinzentada uniforme, com manchas orbiculares e reniforme pouco nítidas. Os machos, contém coloração mais escura, e contém manchas brancas características no ápice e entre as manchas orbiculares e reniforme. (EMBRAPA, 2012)

### 3.4 MANEJO POPULACIONAL DE *S. frugiperda*

Após identificada a situação da praga na lavoura, podem ser determinadas as táticas de manejo a serem utilizadas: Para o manejo de *S. frugiperda*, dentre as táticas mais adotadas estão: controle químico e varietal. (NOGUEIRA, L. 2015)

O controle químico é um dos principais no manejo populacional de pragas, se destacando pela quantidade de produtos comerciais registrados e sua eficiência. Para *S. frugiperda* deve ser utilizado, quando a cultura apresentar 10% de plantas atacadas (VALICENTE, F. H. 2015), as lagartas atacam principalmente as plantas em estádios fenológicos entre V8-V10 aproximadamente 40 dias após o plantio, mas outros autores também verificaram que o maior índice de dano foi nos estádios V4-V6. (MENDES, et al, [20--]; CAMERA, C. 2009).

As plantas resistentes são aquelas que, a partir da soma de seus genes constitutivos, apresentam características fenotípicas, morfológicas e/ou químicas que auxiliam para que sejam menos infestadas por insetos pragas (SOUZA, B. H. S. 2014). A resistência de plantas a insetos, é considerado um método de controle vantajoso para a cultura, não fazendo mal ao meio ambiente e é uma tecnologia facilitada aos agricultores. A resistência apresenta categorias de não preferência para alimentação, oviposição e/ou abrigo, antibiose e tolerância: a não preferência provoca alterações no comportamento do inseto; a antibiose causa efeitos adversos em sua biologia e fisiologia; e a tolerância relaciona a capacidade da planta ao suportar o ataque de insetos, sem causar produção reduzida sem haver qualquer efeito sobre o mesmo. (NOGUEIRA, L. 2015).

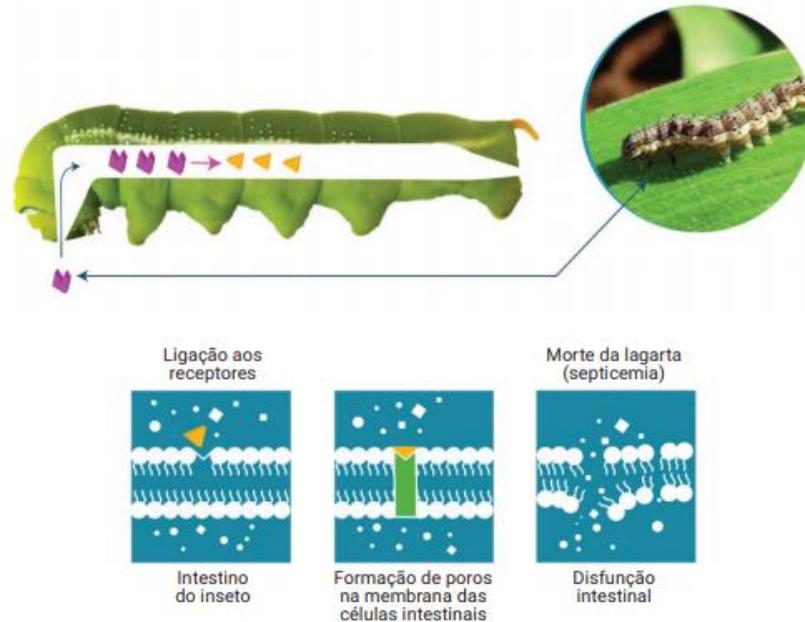
As plantas resistentes que expressam genes com efeito inseticida, se tornaram fundamental no controle de insetos pragas. Suas principais vantagens é o aumento na produção e a redução na aplicação de inseticidas. Entre as tecnologias empregadas nestas plantas estão: *B. thuringiensis (Bt)* que é a mais utilizada; além de colesterol oxidase; lectinas; inibidores de  $\alpha$ -amilase; inibidores de proteinases;

proteínas inseticidas vegetativas; quitinases; peroxidase; entre outras. A maior parte das plantas geneticamente modificadas resistentes a insetos contém o gene que é derivado da bactéria *B. thuringiensis*, além disso, é utilizada a anos como inseticida pelos agricultores (FRIZZAS, et al. 2006).

O gene *B. thuringiensis* (Bt) foi introduzido em alguns genótipos de milho para maior resistência a espécies de lepidóptera-praga (ARMSTRONG et al., 1995). Atualmente, o milho Bt é a segunda planta transgênica mais cultivada no mundo, ocupando 32% da área global cultivada com transgênicos (CÉLERES, 2017). Em 2008, quando o uso de cultivares transgênicos de milho foi liberado para comercialização no Brasil, a porcentagem de milho transgênico era de apenas 6%. Em apenas dez safras de liberação comercial do milho transgênico, dos 196 cultivares de milho disponíveis para cultivo, 66,8% apresentaram eventos transgênicos (Croplife, 2019).

O milho Bt codifica uma proteína tóxica (BOULDER, 1993) que, quando é ingerida pelo inseto, é solubilizada por proteinases que ficam no intestino e que são convertidas em uma combinação de até quatro toxinas menores. Essas toxinas hidrolisadas ligam-se com alta afinidade a receptores específicos, no intestino médio, interferindo no gradiente iônico e no balanço osmótico da membrana apical. Essa perturbação provoca a formação de poros que aumentam a permeabilidade de água na membrana celular. A captação de grande quantidade de água pelas células causa edema, eventual ruptura e desintegração do revestimento do intestino médio (Figura 6), levando o inseto à morte (COPPING; MENN, 2000).

**FIGURA 6** - Esquema do milho *Bt* nas lagartas (Embrapa 2002).



**Fonte:** Mais Soja, 2021.

Com a tecnologia Bt, o cultivo do milho proporciona diversos benefícios aos produtores, segurança e qualidade de vida, já que o uso de inseticidas pode diminuir. No caso dos híbridos transgênicos só pode haver destruição da área foliar provocando danos severos, quando o ataque da lagarta se torna muito intenso, nesse caso, há necessidade de aplicação de inseticidas. (MANFROI et al., 2010). Contudo, deve ser lembrado, que o mau uso da tecnologia, pode selecionar indivíduos com característica de resistência e reduzir a sua efetividade no controle (MENDES; WAQUIL, 2009). Assim, como outras tecnologias, pode haver falhas no controle, o que leva o produtor, a utilização de inseticidas mesmo com a tecnologia *Bt*, o que torna um custo maior, mas quando realizado o manejo com a combinação de outras práticas, pode diminuir o uso de inseticidas e reduzir os custos de controle. (BURTET, et al., 2020).

Existe atualmente, um conjunto de práticas utilizadas para diminuir o potencial de resistência das pragas, chamado Manejo de Resistência de Insetos (MRI), que é utilizado para diminuir a seleção de indivíduos resistentes de modo com que possa torná-los em baixa frequência na população de insetos praga (GOULD, 1998; HUANG; ANDOW; BUSCHMAN, 2011; HEAD; GREENPLATE, 2012). Uma das estratégias que mais é utilizada como manejo da resistência no uso do milho Bt, é a área de refúgio, onde é realizada a semeadura de 10% da área cultivada com milho Bt utilizando híbridos não Bt de igual porte e ciclo, não estando a mais de 800m de distância das

plantas transgênicas. Essa recomendação é feita, para que possa sincronizar os cruzamentos dos possíveis adultos sobreviventes na área de milho Bt com susceptíveis emergidos na área de refúgio, surgindo insetos suscetíveis a tecnologia Bt. (Embrapa, 2017).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ATRATIVIDADE ALIMENTAR DE *S. frugiperda*

#### Experimento 1

No experimento um, onde foi verificada a atratividade de insetos no estágio fenológico V2, não foi observada diferença estatística relativa ao número de insetos entre as cultivares utilizadas nos 10 tempos avaliados (Tabela 4). Ao comparar o número de insetos no tempo total, foi possível observar que a cultivar menos atrativa para os insetos foi a ANHEMBI. A maior atratividade pode ser observada em AGR VEREDA.

**TABELA 4** - Número de insetos nos discos foliares avaliados em diferentes tempos em estágio fenológico com duas folhas completamente desenvolvidas (V2).

Tratamentos	TEMPO (minutos)										Número de insetos no tempo total de experimento
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	
MG 545	2,9 a	2,5 a	2,1 a	2,1 a	2,2 a	2,3 a	2,1 a	1,9 a	2,2 a	1,7 a	2,2 ab
LG 36799	2,2 a	2,3 a	2,1 a	2,2 a	2,2 a	2,4 a	2,6 a	2,5 a	2,4 a	2,3 a	2,3 ab
ANHEMBI	2,2 a	2,0 a	1,7 a	1,8 a	2,1 a	1,9 a	2,0 a	2,1 a	1,9 a	2,5 a	2,0 b
AGR VEREDA	2,8 a	2,8 a	2,7 a	3,0 a	3,3 a	2,6 a	2,4 a	2,5 a	2,1 a	2,0 a	2,6 a

**Fonte:** As autoras, 2023.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Friedman ao nível de significância 5%

#### Experimento 2

No experimento dois, onde foi verificada a atratividade de *S. frugiperda* para plantas de milho no estágio fenológico V4, foi possível observar diferença entre o número de insetos nas cultivares nos tempos (120, 270 e 300 min.) tais resultados

podem ser atribuídos, por se tratar de um estágio mais suscetível a pragas. Segundo CAMERA (2009), o maior índice de dano foliar em plantas de milho pode ser observado nos estádios V4-V6 quando infestados por *S. frugiperda*. Para o número de insetos no tempo total de experimento, a maior atratividade pode ser observada para cultivar ANHEMBI, sendo a menos preferida pelos insetos a LG 36799 (Tabela 5). Ao avaliar a média total, pode-se observar diferença significativa entre os tratamentos, onde maior atratividade pelo tratamento foi constatada para ANHEMBI e menor atratividade para LG 36799, não havendo diferença na atratividade dos insetos para as cultivares MG 545 e AGR VEREDA.

**TABELA 5** - Número de insetos nos discos foliares avaliados em diferentes tempos em estágio fenológico com quatro folhas completamente desenvolvidas (V4).

Tratamentos	TEMPO (minutos)										Número de insetos no tempo total de experimento
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	
MG 545	1,9 a	1,8 a	2,2 a	2,3 a	2,1 a	1,6 a	1,8 a	2,3 a	1,7 ab	1,6 ab	1,9 b
LG 36799	2,7 a	1,7 a	1,4 a	0,9 b	1,4 a	1,3 a	0,9 a	0,9 a	0,4 b	0,4 b	1,2 c
ANHEMBI	3,1 a	2,8 a	3,4 a	2,9 a	2,5 a	2,7 a	2,5 a	2,3 a	2,6 a	2,3 a	2,7 a
AGR VEREDA	2,4 a	2,4 a	2,1 a	1,9 ab	1,7 a	1,5 a	1,4 a	1,4 a	1,3 ab	1,0 ab	1,7 b

**Fonte:** As autoras, 2023.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Friedman ao nível de significância 5%

### Experimento 3

No experimento três, em que foi verificada a atratividade de *S. frugiperda* para o estágio fenológico V6, não foi observada diferença entre o número de insetos nos tratamentos adotados para todos os tempos avaliados (Tabela 6). Contudo, ao avaliar o número de insetos no tempo total, foi possível observar maior atratividade pela cultivar ANHEMBI e AGR VEREDA. A menor atratividade foi observada em MG 545 e LG 36799.

**TABELA 6** - Número de insetos nos discos foliares avaliados em diferentes tempos em estágio fenológico com seis folhas completamente desenvolvidas (V6)

Tratamentos	TEMPO (minutos)										Número de insetos no tempo total de experimento
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	
MG 545	1,8 a	2,1 a	1,9 a	1,8 a	1,9 a	1,6 a	1,3 a	1,4 a	0,9 a	1,9 a	1,6 b
LG 36799	1,3 a	1,4 a	1,4 a	1,9 a	1,9 a	1,7 a	1,8 a	1,5 a	1,4 a	1,4 a	1,5 b
ANHEMBI	2,6 a	2,5 a	2,3 a	2,3 a	2,3 a	2,2 a	2,3 a	1,8 a	1,9 a	1,7 a	2,1 a
AGR VEREDA	2,5 a	2,5 a	2,8 a	2,8 a	2,4 a	2,5 a	2,6 a	2,3 a	2,3 a	1,8 a	2,4 a

**Fonte:** As autoras, 2023.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Friedman ao nível de significância 5%

Nos três experimentos, pode-se observar que o tratamento com maior atratividade, foi onde foi empregada as cultivares convencionais, sem a utilização da tecnologia *Bt*. PAIVA (2015), ao realizar experimentos de não preferência verificou menor preferência de lagartas de *S. frugiperda* pelos genótipos transgênicos e associou à percepção do inseto a proteína *Bt* na alimentação, nos trabalhos realizados por este autor também foi observada maior preferência da lagarta por dietas sem a toxina, o que evidencia que a não-preferência está relacionada com a presença ou não da toxina. Contudo, neste trabalho em estágio fenológico V4, pode se verificar que um dos tratamentos transgênicos, não diferiu estatisticamente do tratamento convencional, podendo ter sido ocasionada pela diferença de estágio fenológico, onde segundo MORAES, A. R. A. (2014) as folhas mais jovens são mais preferidas para as lagartas mais jovens (1<sup>o</sup> ínstar).

EXPERIMENTO DE DANO DE *S. frugiperda* EM PLANTAS DE MILHO

Entre as cultivares infestadas foram observados os maiores danos na cultivar ANHEMBI (convencional) (Tabela 7).

**TABELA 7** - Notas obtidas através dos danos causados por *S. frugiperda* nos tratamentos em estágio fenológico com seis folhas completamente desenvolvidas (V6).

Tratamentos	Notas
<b>INFESTADOS</b>	
MG 545	0,60 b
LG 36799	1,00 ab
ANHEMBI	5,80 a
AGR VEREDA	2,80 ab

**Fonte:** As autoras, 2023.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Kruskal Wallis ao nível de significância 5%

Segundo MENDES et al. (2008), após avaliação de incidência e dano da lagarta *S. frugiperda* em cultivares de milho *Bt* e não *Bt* em parcelas experimentais sob infestação artificial, foi possível notar diferença significativa entre as diferentes cultivares, onde os autores observaram maior predominância de notas próximas a zero em plantas *Bt*, enquanto plantas sem a tecnologia, foram predominantes notas acima de três e quatro, em uma escala adotada de danos ocasionados por *S. frugiperda* com variação de 0 a 5 que não foi utilizada nesse trabalho. MICHELOTTO et al. (2013), também avaliaram os danos ocasionados pela lagarta *S. frugiperda* em híbridos comerciais de milho convencional e transgênico, contendo diferentes tecnologias no controle de lepidópteros-praga, utilizando a escala de notas visuais de danos variando de 0 e 9 de DAVIS, et al., 1992. Foi possível observar pelos autores que os materiais transgênicos foram menos afetados pela lagarta-do-cartucho, além disso, também notou-se que os híbridos transgênicos, diferiram entre si com relação ao ataque da lagarta.

## 5 CONCLUSÃO

No experimento de atratividade foi possível avaliar que a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) obteve maior atratividade na cultivar ANHEMBI nos estádios fenológicos V4 e V6.

A cultivar LG 36799 obteve menor atratividade nos estádios fenológicos V4 e V6.

A cultivar MG 545 obteve atratividade similar a ANHEMBI no início, mas não manteve ao longo do experimento.

No experimento de dano, a cultivar ANHEMBI foi a que obteve danos maiores em suas plantas, com nota superior a cinco. E a cultivar MG 545 obteve o menor dano em suas plantas.

A cultivar AGR VEREDA convencional, apresentou danos similares aos danos da cultivar LG 36799 que é transgênica.

Através dos dados obtidos foi possível concluir, tanto para atratividade quanto para dano da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), que a cultivar mais suscetível ao ataque do inseto foi ANHEMBI.

## REFERÊNCIAS

[S.I.] **GRÃOS, SEMENTES E OLEAGINOSAS - INGREDIENTES DE DESTAQUE NAS PLATAFORMAS DE INOVAÇÃO.** Aditivos Ingredientes. São Paulo - Sp, 22 jul. 2022. Disponível em: <https://www.abia.org.br/noticias/graos-sementes-e-oleaginosas-ingredientes-de-destaque-nas-plataformas-de-inovacao>. Acesso em: 23 fev. 2023.

[S.I.]. **PARANÁ ONDE SE PRODUZ MILHO E SOJA. SISTEMA FAEP.** [S. D.]. Disponível em: [https://www.sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2021/12/Parana\\_Onde-se-Produz\\_Sistema-FAEP%EF%80%A2SENAR-PR.pdf](https://www.sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2021/12/Parana_Onde-se-Produz_Sistema-FAEP%EF%80%A2SENAR-PR.pdf). Acesso em: 21 mar de 2023.

ARAGÃO, Adalberto; CONTINI, E. **O AGRO NO BRASIL E NO MUNDO: UMA SÍNTESE DO PERÍODO DE 2000 A 2020.** [S. L.]: Imagem, 2020. Color. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/62618376/O+AGRO+NO+BRASIL+E+NO+MUNDO.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

BARCELLOS, Nathália Leal Carvalho, LOPES Afonso. **ADOÇÃO DO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS BASEADO NA PERCEPÇÃO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL.** *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, [S.L.], v. 5, n. 5, p. 749-766, 2012. Disponível em: [file:///C:/Users/fabri/Downloads/revistas,+V5N5+P749-766+2012%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/fabri/Downloads/revistas,+V5N5+P749-766+2012%20(3).pdf). Acesso em: 17 mar. 2023.

BARROS, Eduardo M; TORRES, Jorge B; BUENO, Adeney F. Oviposição, desenvolvimento e reprodução de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: noctuidae) em diferentes hospedeiros de importância econômica. **Neotropical Entomology**, [S.L.], v. 39, n. 6, p. 996-1001, dez. 2010. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-566x2010000600023>.

BURTET, Leonardo; GUEDES, Jerson V. C.; BERNARDI, Oderlei; MELO, Adriano A.; PES, Maiquel Pizzuti; STRAHL, Thiago; SANTOS, Ericmar A.; HICKMANN, Frederico; Universidade Federal de Santa Maria. Controle da lagarta-do-cartucho em milho. **Cultivar Grandes Culturas**, Santa Maria, p. 0, 28 jul. 2020. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/controle-da-lagarta-do-cartucho-em-milho>. Acesso em: 25 mar. 2023.

CAMERA, Cátia. **LIBERAÇÃO DE *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae) E AVALIAÇÃO DE *Trichogrammatidae* EM POSTURAS DE *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) NA CULTURA DO MILHO.** 2009. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria/Rs, Santa Maria, Rs, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5005/CAMERA%2C%20CATIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 22 fev. 2023.

CASELA, Carlos Roberto; MENDES, Simone Martins; VIANA, Paulo Afonso; COTA, Luciano Viana; KARAM, Décio; COSTA, Rodrigo Veras; CRUZ, Ivan. **Pragas e doenças**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/pragas-e-doencas>. Acesso em: 26 fev. 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, CONAB. ISSN 2318 6852: **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 10 ed. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 21 mar. 2023.

CRESPO, Aline Marchiori; GONÇALVES, Dalila da Costa; SOUZA, Mauricio Novaes; ZANÚNCIO JUNIOR, José Salazar; COSTA, Hércio; FAVARATO, Luiz Fernando; RANGEL, Otacílio José Passos; ARAÚJO, João Batista Silva. **Manejo da lagarta-do-cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*): panorama geral das atualizações no c**. Alegre: Instituto Federal do Espírito Santo, 2021. 20 p.

CRUZ, José Carlos; MAGALHAES, Paulo Cesar; PEREIRA FILHO, Israel Alexandre; MOREIRA, José Aloisio Alves. **O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/921542>. Acesso em: 25 mar. 2023.

DUARTE, Jason de Oliveira; GARCIA, João Carlos; SEE MORE, Marcos Joaquim Mattoso. **Importância Socioeconômica**. Embrapa. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomi>. Acesso em: 17 mar. 2023.

EMPINOTTI, Sergio. **ANÁLISE PRELIMINAR VBP 2019 – NR IVAIPORÃ - Setembro de 2020**. Ivaiporã: Departamento de Economia Rural - Deral, 2020. Disponível em: [https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-09/An%C3%A1lise%20Preliminar%20VBP%202019%20Ivaipora.pdf](https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-09/An%C3%A1lise%20Preliminar%20VBP%202019%20Ivaipora.pdf). Acesso em: 18 mar. 2023.

FARIA, Stéfane Carolina Quista da Silva. **Resistência de milho convencional e transgênico e efeitos da idade da planta no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2018. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual Paulista, [S.I.], 2018. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/154952/faria\\_scqs\\_me\\_jabo.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/154952/faria_scqs_me_jabo.pdf?sequence=4&isAllowed=y). Acesso em: 18 mar. 2023

FIESP. **Safra Mundial de Milho 2020/21**: 1º levantamento do USDA. 1º Levantamento do USDA. 2021. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/>. Acesso em: 21 maio 2021

GOEDEL, Aline Dapont; FAITA, Márcia Regina; PALTRONIERI, Alex Sandro. Resistência varietal de milho doce crioulo a *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: noctuidae). **Research, Society And Development**, [S.l.], v. 10, n. 13, p. 1-10, 17 out. 2021. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21309>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/21309>. Acesso em: 22 mar. 2023.

HENRIQUE, Francisco; RAMIRO, Juliana. **Manejo Integrado de Pragas: essencial para a sustentabilidade da produção**. Disponível em: <https://boaspraticasagronicas.com.br/boas-praticas/manejo-integrado-de-pragas/#:~:text=J%C3%A1%20os%20pilares%20do%20MIP,controle%20varietal%20e%20controle%20qu%C3%ADmico>. Acesso em: 23 mar. 2023.

LOGUERCIO, Leandro Lopes; CARNEIRO, Newton Portilho; CARNEIRO, Andréia Almeida. MILHO Bt Pesquisa Alternativa biotecnológica para controle biológico de insetos-praga. **Pesquisa**, [S. l.], v. -, n. 24, p. 1-52, fev. 2022. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50711/1/milho-bt.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2023.

MAGALHÃES, Paulo César; DURÃES, Frederico O. M.. **Fisiologia da Produção de Milho**. Sete Lagoas: Embrapa, 2006. (ISSN 1679-). Circular técnica 76. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/490408/1/Circ76.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2023.

MENDES, Simone Martins; VIANA, Paulo Afonso; WAQUIL, José Magid. Embrapa. **ÁREA DE REFÚGIO LIÇÕES QUE APRENDEMOS COM O MILHO BT**. [S. L.]: Campo & Negócios, nov. 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1086728/1/Arearefugio.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2023.

MICHELOTTO, Marcos Doniseti; FREITAS, Rogério Soares; NETTO, Jacob Crosariol; DUARTE, Aildson Pereira. MILHO TRANSGÊNICO (BT): efeito sobre pragas alvo e não alvo. **Nucleus**, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 67-82, 7 jun. 2013. Fundação Educacional de Ituverava. <http://dx.doi.org/10.3738/nucleus.v0i0.903>. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Marcos-Michelotto/publication/269947640\\_MILHO\\_TRANSGENICO\\_BT\\_EFEITO\\_SOBRE\\_PRAGAS\\_ALVO\\_E\\_NAO\\_ALVO/links/54aa7bfd0cf25c4c472f2468/MILHO-TRANSGENICO-BT-EFEITO-SOBRE-PRAGAS-ALVO-E-NAO-ALVO.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Marcos-Michelotto/publication/269947640_MILHO_TRANSGENICO_BT_EFEITO_SOBRE_PRAGAS_ALVO_E_NAO_ALVO/links/54aa7bfd0cf25c4c472f2468/MILHO-TRANSGENICO-BT-EFEITO-SOBRE-PRAGAS-ALVO-E-NAO-ALVO.pdf). Acesso em: 15 mar. 2023.

**MILHO É UMA DAS PRINCIPAIS FONTES DE ALIMENTO DO BRASILEIRO COM IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA NO AGRONEGÓCIO**. Brasil, 24 maio 2016. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/milho-e-uma-das-principais-fontes-de-alimento-do-brasileiro-com-importancia-estrategica-no-agronegocio/>. Acesso em: 27 fev. 2023.

MORAES, Andrea Rocha Almeida; LOURENÇÃO, André Luiz; PATERNIANI, Maria Elisa Ayres Guidetti Zagatto. Resistência de híbridos de milho convencionais e isogênicos transgênicos a *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: noctuidae). **Bragantia**, [S.L.], v. 74, n. 1, p. 50-57, mar. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0367>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/WrCbWmYZNXKzj3QBms55sNR/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 fev. 2023.

MORAES, Renato Franco Oliveira; EDUARDO, Wellington Ivo; DUARTE, Aildson Pereira; BOIÇA JÚNIOR, Arlindo Leal. Resistência de cultivares de milho convencional a lagarta do cartucho. **Agrarian**, [S.L.], v. 11, n. 39, p. 22-31, 25 maio de 2018. Universidade Federal de Grande Dourados. <http://dx.doi.org/10.30612/agrarian.v11i39.5290>. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/5290>. Acesso em: 15 fev. 2023.

NOGUEIRA, Luciano. **Categorias e níveis de resistência de genótipos de milho crioulo a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidóptera: Noctuidae)**. 2015. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/123701/000829347.pdf?sequencia=1&isAllowed=y>. Acesso em: 2 mar. 2023.

NUNES, José Luis da Silva. **Características do Milho (*Zea mays*)**. Agrolink. 2016. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/culturas/milho/informacoes/caracteristicas\\_361401.html](https://www.agrolink.com.br/culturas/milho/informacoes/caracteristicas_361401.html). Acesso em: 22 jan. 2023.

PAIVA, Lígia Alves de. **Resistência de genótipos de milho à lagarta do cartucho *Spodoptera Frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2015. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, 2015. Disponível em: [http://www.bdtd.ueg.br/bitstream/tede/433/2/Dissert.\\_Lgia1.pdf](http://www.bdtd.ueg.br/bitstream/tede/433/2/Dissert._Lgia1.pdf). Acesso em: 1 fev. 2023.

PINHEIRO, L. S.; GATTI, V. C. M.; OLIVEIRA, J. T.; SILVA, J. N.; SILVA, V. F. A.; SILVA, P. A.. Características agro econômicas do milho: uma revisão. *Natural Resources*, v.11, n.2, p.13-21, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2021.002.0003>. Acesso em: 3 mar. 2023.

POZEBON, Henrique; ARNEMANN, Jonas. **COMO FUNCIONA A SOJA INTACTA (BT)**. [S.I.], 3 fev. 2021. Disponível em: <https://maissoja.com.br/como-funciona-a-soja-intacta-bt/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

**PRODUÇÃO DE MILHO NO PARANÁ DEVE SUBIR 180% E ATINGIR RECORDE, APONTA DERAL**. Sao Paulo, 27 maio 2022. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/milho/producao-de-milho-no-parana-deve-subir-180-e-atingir-recorde/>. Acesso em: 28 fev. 2023.

ROSA, Ana Paula Schneid Afonso; BARCELOS, Higor Teixeira. **Bioecologia e controle de Spodoptera frugiperda em milho**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/67387/1/Documento-344.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2023.

SEMENTES, Agroplanta (org.). **AGR VEREDA**. Disponível em: <https://www.agroplanta.agr.br/produtos/agr-vereda>. Acesso em: 3 mar. 2023.

SEMENTES, Lg. **LG 36799 Produtividade com estabilidade**. Disponível em: <https://www.lgsementes.com.br/produto/lg-36799>. Acesso em: 12 mar. 2023.

SEMENTES, Morgan. **MG545 Precocidade com alta produtividade**. Disponível em: <https://www.morgansementes.com.br/produtos/mg545>. Acesso em: 17 mar. 2023.

SEMENTES, Priorize. **ANHEMBI**. Disponível em: <https://priorizisementes.com.br/milho/anhembi/>. Acesso em: 03 mar. 2023.

SILVA, Luci. **Como a planta do milho se desenvolve**. [S.l.]. CPT. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/cursos-agricultura/artigos/como-a-planta-do-milho-se-desenvolve>. Acesso em: 13 mar. 2023.

SOUZA, Bruno Henrique Sardinha de. **Fatores e mecanismos que influenciam a resistência em soja a Anticarsia gemmatalis Hübner e Spodoptera frugiperda (J. E. Smith)**. 2014. 164 f. Tese (Doutorado) - Curso de Biologia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/122081/000817707.pdf?sequenc e=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 mar. 2023.

VIANA, Guilherme. **Lagartas-do-cartucho resistentes transferem proteína Bt para seus descendentes**. Embrapa. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/38672729/lagartas-do-cartucho-resistentes-tran>. Acesso em: 23 out. 2022.