

AVALIAÇÃO DE DANOS DE SPODOPTERA FRUGIPERDA EM DIFERENTES CULTIVARES DE MILHO (ZEA MAYS L.) E DIFERENTES TRATAMENTOS DE SEMENTES

EVALUATION OF SPODOPTERA FRUGIPERDA DAMAGE IN DIFERENTE CULTIVARS OF HYBRID CORN (ZEA MAYS L.) AND DIFERENTE SEED TREATMENTS

EVALUACIÓN DEL DAÑO CAUSADO POR SPODOPTERA FRUGIPERDA EN DIFERENTES CULTIVARES DE MAÍZ (ZEA MAYS L.) Y DIFERENTES TRATAMIENTOS DE SEMILLAS

 10.56238/revgeov16n5-126

Josélia Carneiro

Engenheira Agrônoma

Instituição: Instituto Federal do Paraná (IFPR)

E-mail: Carneirojc86@gmail.com

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/8525447182149156>

Flávio Cardoso D'angelo

Especialista em Administração Rural

Instituição: Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR)

E-mail: Flaviodangelo@idr.pr.gov.br

Osnei Abel Lopes

Técnico Agrícola

Instituição: Prefeitura Municipal de Irati (Secretaria Municipal de Agropecuária, Abastecimento e Segurança Alimentar)

E-mail: osneiabel@gmail.com

Eduardo Lima Nunes

Doutor em Agronomia

Instituição: Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal

E-mail: dunlima@gmail.com

Orcid: 0000-0003-0620-3952

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/9213119285309441>

Maikon Luiz Mirkoski

Mestre em Matemática

Instituição: Instituto Federal de Sergipe - Campus Glória

E-mail: maikon.mirkoski@ifs.edu.br

Orcid: 0009-0008-1315-2421

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0644755758678855>



RESUMO

O milho é um grão economicamente importante no Brasil, especialmente no Paraná e na região de Irati, onde o valor bruto produzido cresceu mais de 100% desde 2020. A produtividade do milho é ameaçada pela lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), que pode causar perdas de até 39%. O uso de milho híbrido BT, com genes modificados para resistir a pragas, é uma alternativa de controle. Este estudo avaliou os danos causados pela lagarta em duas variedades de milho híbrido para silagem: Biomatrix 3088 (com tratamento biológico) e Biomatrix 3069 (sem tratamento biológico). Quatro avaliações foram feitas em intervalos de 7 dias, usando a escala de Davis (1992) e o teste de Mann-Whitney. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa na incidência de danos entre os dois cultivares, indicando homogeneidade na resistência às pragas.

Palavras-chave: *Spodoptera frugiperda*. Milho Híbrido BT. Escala de Davis. Teste de Mann-Whitney.

ABSTRACT

Corn is an economically significant grain in Brazil, especially in Paraná and the Irati region, where the gross production value has increased by over 100% since 2020. Corn productivity is threatened by the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*), which can cause losses of up to 39%. Using BT hybrid corn, with genes modified to resist pests, is one control alternative. This study evaluated the damage caused by the fall armyworm on two hybrid corn varieties for silage: Biomatrix 3088 (with biological seed treatment) and Biomatrix 3069 (without biological treatment). Four evaluations were conducted at 7-day intervals, using the Davis (1992) scale and the Mann-Whitney test. The results showed no significant difference in damage incidence between the two cultivars, indicating homogeneity in pest resistance.

Keywords: *Spodoptera frugiperda*. BT Hybrid Corn. Davis Scale. Mann-Whitney Test.

RESUMEN

El maíz es un grano de gran importancia económica en Brasil, especialmente en Paraná y la región de Irati, donde el valor bruto de la producción ha crecido más del 100% desde 2020. La productividad del maíz se ve amenazada por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), que puede causar pérdidas de hasta el 39%. El uso de maíz híbrido BT, con genes modificados para resistir plagas, es una alternativa de control. Este estudio evaluó el daño causado por el gusano cogollero en dos variedades de maíz híbrido para ensilaje: Biomatrix 3088 (con tratamiento biológico) y Biomatrix 3069 (sin tratamiento biológico). Se realizaron cuatro evaluaciones a intervalos de 7 días, utilizando la escala de Davis (1992) y la prueba de Mann-Whitney. Los resultados no mostraron diferencias significativas en la incidencia del daño entre los dos cultivares, lo que indica homogeneidad en la resistencia a plagas.

Palabras clave: *Spodoptera frugiperda*. Maíz Híbrido BT. Escala de Davis. Prueba de Mann-Whitney.



1 INTRODUÇÃO

O milho é atualmente o segundo grão mais produzido no mundo e o segundo maior exportador no Brasil, tem importância socioeconômica significativa em diversos segmentos e é amplamente utilizado na alimentação humana e de animais, especialmente no ramo agropecuário (EMBRAPA, 2020).

Tratando-se especificamente do milho híbrido (BT), hoje o Brasil também é o segundo maior produtor de transgênicos no mundo, perdendo apenas para os Estados Unidos (ISAAA, 2017), segundo a Embrapa, a porcentagem que corresponde ao uso de milho transgênico já ultrapassa 90% em território nacional.

Um dos principais destaques da utilização do milho dá-se ao fato de ser um grão altamente nutritivo, de baixo custo e de fácil cultivo, sua produção pode ocorrer tanto em baixa quanto em grande escala, podendo ser beneficiado de diversas maneiras (ABIA, 2022). Além disso, o milho é cada vez mais requisitado para a fabricação de biocombustíveis, como o etanol (CONAB, 2023).

Atualmente já foram catalogadas aproximadamente 150 espécies de milho no mundo, possuindo variações de formato, cor e sabor. No Brasil, há 28 espécies cultiváveis, variando entre milho branco, amarelo, duro, doce, dentado e milho para pipoca. A espécie mais cultivada é a *Zea mays* L., da classe Liliopsida, família Poaceae e gênero *Zea* (PINHEIRO, et. al., 2021).

No Estado do Paraná a produção de milho representa uma parcela significativa para a produção nacional, o milho de primeira safra (setembro a dezembro) é o segundo grão mais produzido depois da soja, e o primeiro grão mais produzido na segunda safra (janeiro à março) (SEAB, DERAL, 2023).

Na cidade de Irati, a agricultura representou cerca de 75% do Valor Bruto da Produção (VBP) na safra de 2020/2021. Dentro dessa estimativa, o milho foi o terceiro grão mais produzido depois da soja e fumo e teve um crescimento nominal de mais de 100% com relação ao VBP de 2020, um dado que demonstra a importância do grão para a cidade e região (SIGNOR, 2022).

No presente estudo, decidiu-se avaliar os danos causados por uma espécie de praga comum do milho, a lagarta-do-cartucho-do-milho ou lagarta-militar, denominada cientificamente de *Spodoptera frugiperda*.

Pragas podem ser consideradas insetos (em estágio larval e/ou adulto) que retardam ou comprometem o desenvolvimento da planta e interferem em seu potencial produtivo, ocasionando prejuízos econômicos e perda da qualidade (CRESPO, et. al. 2021).

Estima-se que a *S. frugiperda* seja responsável por provocar perdas de 17% até 39% na rentabilidade do plantio de milho, a depender do estágio de desenvolvimento da planta, ambiente, clima e cultivar, afetando também sua comercialização (CRESPO, et. al, 2021).

Considerando a relevância socioeconômica do milho no cenário nacional, especialmente na região de Irati – PR, o presente artigo almeja avaliar os danos causados pela lagarta-do-cartucho (*S.*



frugiperda) em duas culturas de milho híbrido com diferentes tipos de tecnologia, sendo: milho Biomatrix 3088 com tratamento biológico e milho Biomatrix 3069 sem tratamento.

Realizou-se experimento em campo e os encaminhamentos metodológicos se deram pela análise visual seguindo a escala de Davis et. al (1992), atribuindo notas quanto à severidade de danos, em seguida foi realizado o teste estatístico de Mann-Whitney, indicado para comparar duas parcelas independentes e comparar se houve diferença na incidência dos danos entre os tratamentos.

2 CENÁRIO ECONÔMICO DO MILHO – BRASIL, PARANÁ E REGIÃO DE IRATI

Embora o Brasil seja um dos maiores produtores e exportadores de milho, a estabilização econômica no cenário mundial pós pandemia e a regularização da produção provocou queda das cotações, tanto no mercado nacional quanto internacional. Esse cenário fez com que os preços atuais e projetados não sejam atrativos, estima-se que para a safra de 2023/24 ocorra uma queda de aproximadamente 9% com relação a safra anterior (2021/22) (CONAB, 2023).

Mesmo com a diminuição na produtividade, a demanda interna do país em relação ao milho aumentou, principalmente para alimentação animal e fabricação de etanol. Em escala percentual, a segunda safra de milho 2022/23 correspondeu a 77,2% da área total de plantio de grãos (CONAB, 2023).

No âmbito estadual, o Paraná agrega uma parcela significativa na produção de milho, sendo um dos principais produtos agrícolas cultivados. Segundo dados da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná e Departamento de Economia Rural a produção de milho de primeira safra é o segundo grão mais produzido no estado depois da soja, e o grão mais produzido na segunda safra (SAEB, DERAL, 2023).

De acordo com a Fundação da Agricultura do Estado do Paraná (FAEP), entre os anos de 2007 a 2016 a área destinada ao plantio de milho de primeira safra reduziu em mais de 50% no estado em decorrência da substituição para a plantação de soja, considerada economicamente mais lucrativa e a planta se adaptar melhor ao clima paranaense nesses meses do ano.

O milho de primeira safra ainda é cultivado em algumas regiões do estado, embora tenha diminuído significativamente, tendo concentração nas áreas Sudoeste, Centro-sul e região metropolitana de Curitiba (FAEP).

Para a segunda safra de milho o plantio está concentrado nas regiões Oeste e Norte Central do Paraná, as regiões Sul e Sudeste são menos adeptas ao plantio de segunda safra em decorrência das baixas temperaturas (as condições climáticas não são favoráveis ao desenvolvimento da planta nessa época do ano, e portanto não é muito lucrativo para o produtor) (FAEP).

O milho de segunda safra (chamado popularmente de “milho safrinha”) é predominantemente destinado à produção de insumos para alimentação animal, como aves e suínos (FAEP).



Segundo o boletim da safra de grãos emitido pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) referente ao período 2022/23, na primeira safra o Paraná foi inicialmente afetado pelo clima, com excesso de precipitações e baixas temperaturas (em meados do mês de outubro de 2022), porém, após esse período, as temperaturas subiram e as precipitações estabilizaram, gerando uma produção final acima do esperado (CONAB, 2023).

Na segunda safra, o clima inicial também não foi favorável, causando reduções nas áreas de plantio e favorecendo a proliferação de pragas e doenças no milho. Contudo, a presença de um inverno mais quente (ausência de geadas) e precipitações regulares também culminaram em uma produção final acima do esperado, com mais de 14.000 toneladas (a safra de 2021/22 havia sido de aproximadamente 13.000 toneladas) (CONAB, 2023).

Segundo comparativos de área, produção e rendimento fornecidos pela SEAB e DERAL, o milho de primeira safra representou uma produção de 3.783,5 em toneladas na safra 2022/23, sendo classificado como o segundo grão mais produzido depois da soja, com mais de 22.000 toneladas. Na segunda safra a produção foi de 14.013,3 toneladas, tornando o grão mais produzido nesse período (SEAB, DERAL, 2023).

A cidade de Irati fica no Estado do Paraná, à Sudeste do Estado, Sul do Brasil e sob a Bacia Sedimentar do Paraná, cuja formação deu-se pela deposição de sedimentos e lava ao longo de 400 milhões de anos. Pertence geologicamente ao período Permiano Carbonífero, com coloração de solo acizentado, marrom e vermelho a depender da região (INVENTÁRIO DA OFERTA TURÍSTICA DE IRATI, 2020).

Segundo a classificação de Köppen, o clima da cidade de Irati é temperado úmido ou subtropical (Cfb), com verões amenos e períodos mais rigorosos de inverno, com altos índices de precipitação ao longo do ano (INVENTÁRIO DA OFERTA TURÍSTICA DE IRATI, 2020).

Ao consultar dados do DERAL, foi possível verificar que a agricultura de Irati -PR representou cerca de 75% do Valor Bruto da Produção (VBP) na safra de 2020/2021, o milho foi o terceiro cultivar mais produzido depois da soja e fumo e teve um crescimento nominal de mais de 100% com relação ao VBP de 2020 (SIGNOR, 2022).

3 DANOS DE *SPODOPTERA FRUGIPERDA* NA CULTURA DO MILHO

O aumento da produtividade do milho engloba diversos fatores, desde a escolha das sementes, estudo e correção do solo destinado ao plantio, manejo e acompanhamento do desenvolvimento das mudas, até o processo de colheita. Mesmo que o Brasil tenha um papel de destaque frente à produção do milho, este ainda é considerado baixo em comparação à países que possuem alto rendimento, como os Estados Unidos e a Europa (SANTOS, 2021).



Um dos motivos apontados como principais geradores deste baixo rendimento está relacionado à grande quantidade de pragas que atingem a plantação, constituem um problema constante nas lavouras e causam danos significativos na produtividade, diminuindo também o percentual de lucro. Segundo pesquisadores da Embrapa:

A ocorrência de doenças e insetos-praga, de forma conjunta ou individual, pode afetar significativamente o potencial produtivo da planta de milho. Os insetos-praga, em especial, podem afetar de maneira total ou parcial esse potencial produtivo. É possível encontrar em determinada região ou em determinado ano agrícola, a presença de espécies de pragas que têm a capacidade de reduzir o número ideal de plantas, seja por danificar e matar a semente logo após o plantio ou a plântula antes ou após a emergência (CASELA, et. al., 2021, n.p).

A cultura do milho, diferentemente de outros grãos (como arroz, feijão e soja) é cultivada com um número pequeno de mudas por unidade de área. Isso significa que uma perda, por menor que seja, pode afetar significativamente a produção final, portanto, a garantia da manutenção do número de plantas e do seu pleno desenvolvimento é essencial para que se obtenha lucratividade (CASELA, et. al, 2021).

A crescente expansão territorial e quantitativa de monoculturas de milho deixam as plantações mais suscetíveis ao aparecimento de pragas. Dentre essas, os insetos são os que ganham maior destaque por sua facilidade de adaptação, dispersão e rápida proliferação, sendo necessário altos investimentos para seu controle (CRESPO, et. al, 2021).

A espécie *S. frugiperda*, chamada popularmente de lagarta-do-cartucho ou lagarta-militar é uma das pragas mais significativas na cultura do milho, alimenta-se de várias espécies de plantas e multiplica-se rapidamente, tornando complexa e financeiramente custosa a sua eliminação na lavoura (CRESPO, et. al, 2021).

O ciclo de vida deste inseto é holometabólico, passando pelos estágios de ovo – lagarta – pupa – adulto (Imagem 1) com duração de 30 a 50 dias a depender do clima, em temperaturas mais baixas o ciclo de vida tende a ser mais longo (CRESPO, et. al. 2021).



Imagem 1.0 Ciclo de vida de *Spodoptera frugiperda*

Fonte: Promip, 2019.

Quando o ataque ocorre nos 30 primeiros dias a partir do nascimento da planta, pode ocasionar sua morte ou um nível de danos que muitas vezes são irreversíveis (CASELA, et. al., 2021).

As plantas de milho estão suscetíveis ao ataque da lagarta em quase todas as fases de desenvolvimento, especialmente pela destruição do cartucho e das folhas, responsáveis pela fotossíntese, prejudicando a obtenção de energia e nutrientes necessários para o seu desenvolvimento (CASELA, et. al., 2021).

Além disso, embora não faça parte de sua alimentação, ao tentar “abrir caminho” e se locomover a lagarta pode atacar e destruir a base da espiga e os grãos (CASELA, et. al., 2021).

4 MILHO BT E *SPODOPTERA FRUGIPERDA*

Por muitas décadas, a principal forma de manejo da *S. frugiperda* foi feita através do controle químico, porém o uso indiscriminado de inseticidas, juntamente com o ciclo de vida rápido e altas taxas de fecundidade do inseto resultou na seleção de populações resistentes (BURTET, et. al., 2020).

Com a disseminação de insetos resistentes ao controle químico, era necessário uma quantidade cada vez maior de inseticidas para tentar reduzir sua população. O uso indiscriminado de produtos químicos não é vantajoso, pois além do alto custo prejudica imensamente o meio ambiente e outras espécies de plantas e animais, contaminando o solo e a água (BURTET, et. al., 2020).

A busca de novas alternativas para o controle de pragas na lavoura que não fosse exclusivamente feita através de controle químico levou ao desenvolvimento de novas tecnologias, como as plantas geneticamente modificadas (GM), como é o caso do milho BT, foco do presente estudo (COMAS, et. al., 2013).

O milho BT pode ser definido como híbrido ou transgênico, utiliza a inoculação de genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner para expressar proteínas tóxicas com propriedades inseticidas,



reduz significativamente perdas causadas por pragas, uso de inseticidas e é ambientalmente mais sustentável se comparada ao uso exclusivo do controle químico. (COMAS, et. al., 2013).

O milho híbrido constitui uma tática importantíssima no manejo integrado de plantas (MIP), cujo objetivo é utilizar diferentes tipos de controle de forma simultânea, elaborando estratégias de controle com base nas características do ecossistema da região, distribuição e incidência de pragas. Esta técnica visa a tomada de decisão consciente de qual o melhor método a ser empregado, evitando o surgimento de insetos resistentes (SAMPAIO, et. al., 2022).

A ação inseticida do milho BT ocorre quando o inseto ingere a planta, as toxinas presentes ligam-se a receptores específicos e de alta afinidade no intestino médio, desregularizando o equilíbrio osmótico da membrana apical e aumentando a permeabilidade da água na membrana. O desequilíbrio osmótico faz com que as células “inchem” e posteriormente acabem se rompendo pelo excesso de água, causando a morte do inseto (COPPING; MENN, 2000).

A toxicidade da planta está presente apenas nas folhas, não atingindo os grãos. Em termos de biossegurança, é considerado seguro para consumo humano e animal. No entanto, é preciso considerar alguns aspectos importantes ao escolher o grão transgênico, como: sistema de produção utilizado, retorno econômico esperado, quais pragas são mais frequentes na região e o potencial de infestação da mesma e, por fim, quais métodos estão disponíveis e são mais benéficos para a realização do controle (LOGUERCIO; CARNEIRO; CARNEIRO, 2002).

Os benefícios do milho transgênico já transparecem em alguns dados, atualmente a área destinada ao plantio de milho BT no Brasil representa cerca de 90%, estima-se que nos próximos anos este número aumente progressivamente até chegar à 100% da produção com milho transgênico (EMBRAPA). Além disso, hoje o Brasil já é o segundo maior produtor de transgênicos no mundo, perdendo apenas para os Estados Unidos (ISAAA, 2017).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo para avaliar os danos de *S. frugiperda* a dois tipos de tecnologia de milho híbrido BT, sendo o milho Biomatrix 3088 com tratamento biológico e milho Biomatrix 3069 sem tratamento (Tabela 1).

O plantio foi feito em propriedade particular, denominada Sítio São José (autorizado pelo proprietário), localizada na comunidade Serra do Papuã, na cidade de Irati, Estado do Paraná, coordenadas: 25 24' 01.1" 550° 38' 2.7" W. Segundo dados do fabricante, as sementes híbridas Biomatrix 3088 e Biomatrix 3069 contém biotecnologia para aumentar a proteção contra lepidópteros, pragas nas raízes e lagartas, sendo indicadas para silagem de alta qualidade.

O tratamento biológico realizado na semente Biomatrix 3088 consiste em um kit formado por três produtos biológicos com diferentes características e funções, selecionados para adaptações



edafoclimáticas distintas. Kit gammon, na dose 155 ml/ ha, inoculante NoD AL Azos – dose 8ml/ kg semente e enraizador STPRO - 2ml/ kg semente.

O tratamento deve atuar como promotor de crescimento, aumentar as taxas de germinação, crescimento radicular, crescimento aéreo, solubilização de nutrientes, reestruturação do solo, otimização da biodiversidade e aumento da matéria orgânica.

Tabela 1. Síntese dos cultivares utilizados no experimento

Sementes	Tratamento	Ciclo	Finalidade
Biomatrix 3088 – Pro04	Sim	Precoce	Silagem
Biomatrix 3069 – Pro03 VT	Não	Precoce	Silagem

Fonte: autoria própria, 2024.

A semeadura do milho foi realizada no dia 13 de novembro de 2023, em uma área de 350 metros quadrados, cada parcela correspondendo a 50 por 3,5 metros, totalizando 175 metros quadrados. Espaçamento de 0,45 centímetros entre covas e 7 linhas de plantio por cultivar, com média de 3.8 sementes por metro.

Realizada adubação base NPK F.08-28-16 conforme as recomendações agrônômicas estabelecidas para esta região. A taxa de germinação da semeadura inicial foi de 96%, realizando aplicação de inseticida Acefato, Glifosato, Evic-s, Grap D. Lim e Grap super Gun entre os dias 24 e 25 de novembro de 2023.

A avaliação de danos foi iniciada no dia 27 de novembro de 2023, duas semanas após a semeadura, com intervalos de 7 dias (as avaliações subsequentes foram feitas nos dias 4, 11 e 18 de dezembro), selecionando uma amostragem de 5 plantas por parcela ao acaso, identificadas com números de 1 a 5 para cada tratamento.

O delineamento experimental para a avaliação de danos foi baseada em uma escala de notas que vão de 0 a 9 (denominada escala de Davis) conforme observação do nível de destruição foliar, desde ausência de destruição até a destruição completa do cartucho (Tabela 2) (DAVIS, et. al., 1992).

Tabela 2. Escala para atribuição de notas de danos de destruição foliar

Notas	Descrição dos danos
0	Sem danos visíveis.
1	Pequenas pontuações do tipo alfinete ou raspagem em poucas folhas
2	Pequenos danos (até 1,5 cm) em forma de furo em poucas folhas
3	Danos em formas de furos (1,5 cm) em várias folhas
4	Danos em formas de furos em várias folhas + lesões em poucas folhas
5	Lesões (maiores que 3 cm) em várias folhas.
6	Grandes lesões em várias folhas (maior que 3,5 cm)
7	Grandes lesões em várias folhas e porções comidas em poucas folhas
8	Grandes lesões e porções comidas em várias folhas
9	Grandes lesões e porções comidas na maioria das folhas.

Fonte: adaptado de Davis Et. al., (1992).



A partir da escala de Davis et. al (1992) foi possível avaliar os danos de *S. frugiperda* nas tecnologias de milho híbrido BT utilizadas para este experimento e comparar se houve diferença de dano entre os tratamentos.

Complementar à análise visual, foi realizado teste estatístico sob os dados obtidos utilizando o teste U de Mann-Whitney, (teste não paramétrico, com nível de significância de 5%, $p < 0,05$) visando comparar se o nível de danos entre os dois tratamentos foi igual ou não, ou seja, se um dos tratamentos teve maior severidade de danos em comparação ao outro.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a realização do experimento foi possível observar a infestação de *S. frugiperda* e quantificar a intensidade de danos nos diferentes cultivares. De maneira geral, a infestação foi baixa e uniforme, ficando dentro dos parâmetros de 0 a 3 na escala de Davis (ou seja, sem danos até danos de 1,5 cm em várias folhas). Não foram observados danos significativos e em grande escala em ambos os cultivares analisados.

Para a avaliação dos danos, foram escolhidas 5 amostras ao acaso (dentre um total de 20 plantas) para cada tratamento, resultando em 10 amostras e 4 repetições com intervalo de 7 dias entre cada avaliação, totalizando 40 avaliações. Para cada amostra e cada dia de observação foi atribuída uma nota da escala visual e perceptível de dano na planta de 0 a 9 (Tabela 3).

Tabela 3. Síntese da amostragem e atribuição das notas de dano foliar nas respectivas datas (27/11, 04/12, 11/12 e 18/12) seguindo a escala de Davis et. al. (1992).

Nº amostras	Repetição com tratamento Biológico				Repetição sem tratamento Biológico			
	27/11	04/12	11/12	18/12	27/11	04/12	11/12	18/12
1	0	1	2	2	2	2	2	2
2	0	0	2	2	1	2	2	2
3	3	2	2	2	2	2	2	2
4	0	0	1	2	2	3	2	2
5	3	2	2	2	3	2	2	2

Fonte: autoria própria, 2024.

7 AVALIAÇÃO DE DANOS DE SPODOPTERA FRUGIPERDA A PARTIR DA ANÁLISE EXPERIMENTAL VISUAL

A primeira observação em campo foi realizada no dia 27/11/2023, 14 dias após a germinação da semente. Nessa etapa a planta está no estágio vegetativo V3, caracterizada por possuir 3 folhas completamente desenvolvidas e início da formação do caule (MAGALHÃES, DURÃES, 2006).

Na parcela com tratamento biológico, duas amostras sofreram danos por *S. frugiperda* na escala 3 de Davis, com danos em forma de furo de até 1,5 cm em várias folhas (Imagem 2), as demais amostras não apresentaram danos, portanto atribui-se nota 0 para as mesmas (Imagem 3).



Imagens 2 e 3. Danos causados por *S. frugiperda* segundo escala visual de notas no dia 27/11/2023 - parcela com tratamento biológico



* Imagem 2 – Amostra número 3, escala 3 de danos; Imagem 3- Amostra número 4, escala 0 de danos;
Fonte: autoria própria, 2023.

Na parcela sem tratamento biológico, todas as amostras sofreram danos de *S. frugiperda* de 1 à 3 na escala de Davis, ou seja, desde pequenas pontuações e raspagem até furos de 1,5 cm em várias folhas (Imagem 4, 5 e 6).

Imagens 4, 5 e 6. Danos causados por *S. frugiperda* segundo escala visual de notas no dia 27/11/2023 – parcela sem tratamento biológico



Imagem 4– Amostra número 2, escala 1 de dano; Imagem 5- Amostra número 4, escala 2 de danos; Imagem 6– Amostra número 5, escala 3 de danos;
Fonte: autoria própria, 2023.

A segunda avaliação foi realizada 7 dias após a primeira (04/12/2023), estágio vegetativo V4 (nesse estágio a planta já apresenta 4 folhas completamente desenvolvidas e maior alongamento do caule) (MAGALHÃES, DURÃES, 2006).

Na parcela com tratamento biológico, houve danos de *S. frugiperda* em 3 das cinco amostras, com parâmetros de 0 a 2 na escala de Davis (sem danos a furos de até 1,5 cm em poucas folhas). Já na parcela sem tratamento, todas as amostras sofreram danos em escala de 2 a 3.

Na terceira avaliação (11/12/2023), estágio vegetativo V8 (com oito folhas completamente desenvolvidas) (MAGALHÃES, DURÃES, 2006), todas as amostras sofreram danos em escala de 1 a 2, em ambos os cultivares.

Na quarta e última avaliação (18/12/2023), estágio vegetativo V9 (9 folhas completamente desenvolvidas, já é possível visualizar o início do desenvolvimento de espigas e alta taxa de desenvolvimento dos órgãos florais) (MAGALHÃES, DURÃES, 2006), todas as amostras sofreram danos em escala 2, em ambos os cultivares (Imagem 7 e 8).

Imagens 7 e 8. Danos causados por *S. frugiperda* segundo escala visual de notas no dia 18/12/2023



Imagem 7- Amostra número 5, escala 2 de danos – cultivar sem tratamento; Imagem 8– Amostra número 5, escala 2 de danos – cultivar com tratamento;
Fonte: autoria própria, 2023.

8 TESTE NÃO-PARAMÉTRICO DE MANN WHITNEY PARA COMPARAÇÃO DOS DANOS

Foi utilizado como parâmetro de análise complementar à escala visual de danos o Teste de Mann-Whitney não-paramétrico (livre de distribuição) indicado para realizar comparações entre duas amostras determinando a sua característica em dados quantitativos independentes (SIEGEL, 2006; NACHAR, 2008).

Este teste é baseado nos postos dos valores obtidos ao combinar duas amostras. Se o valor obtido (U) for menor ou igual ao nível de significância (0,05), rejeita-se a hipótese nula e conclui-se que a diferença entre as medianas da população é estatisticamente significativa, do contrário, se o valor de U for maior ao nível de significância, aceita-se a hipótese concluindo que não há diferença significativa entre as médias (SIEGEL, 2006; NACHAR, 2008).



Neste aspecto, o teste foi realizado para verificar se houve diferença significativa entre as médias dos parâmetros analisados. Primeiramente as notas foram elencadas em postos, para notas iguais, realizou-se cálculo de média simples para atribuir postos com o mesmo peso.

Em seguida, os dados foram substituídos na fórmula pré-estabelecida para este cálculo e obteve-se os resultados de U (Tabela 4).

Tabela 4. Síntese dos valores estatísticos obtidos pelo teste de Mann-Whitney à significância de 5% de probabilidade

Sementes	Valor de U encontrado
Biomatrix 3088 – Pro04 com tratamento	256,5
Biomatrix 3069 – Pro03 VT sem tratamento	143,5

Valor Crítico de U Tabelado ($\alpha 0,05$) = 127

Fonte: autoria própria, 2024

Como o valor de U encontrado é superior ao valor tabelado, não é possível afirmar que exista uma diferença significativa no nível de danos entre os dois tratamentos, podendo considerá-los, portanto, como equivalentes.

9 COMPARATIVO ENTRE A ANÁLISE VISUAL E ESTATÍSTICA

Com base nos resultados obtidos a partir da atribuição de notas seguindo a escala visual de danos de Davis, pôde-se observar que não houve ocorrência de danos com notas acima de 3, ou seja, não houve incidência de grandes lesões por *S. frugiperda* em ambos os cultivares, permanecendo em um padrão de plantas sem danificação até furos de 1,5 cm em várias folhas.

A baixa ocorrência do ataque pode estar relacionada ao fato das sementes serem híbridos BT, cuja composição parte da inoculação de genes da bactéria *B. thuringiensis* Berliner para expressar proteínas tóxicas com propriedades inseticidas que causam a morte dos insetos após consumir a planta (COMAS, et. al., 2013).

A utilização de sementes híbridas já representa cerca de 90% de toda a produção nacional por demonstrar inúmeros benefícios em comparação às sementes tradicionais, que não contém os genes inoculados de proteção (EMBRAPA).

Segundo dados do fabricante, a semente híbrida Biomatrix 3088 é indicada para silagem de alta qualidade, contém biotecnologia que aumenta a proteção contra lepidópteros, pragas das raízes e lagartas nas espigas.

A semente híbrida Biomatrix 3069, também indicada para silagem de alta qualidade, é caracterizada por oferecer proteção nas raízes do milho contra o ataque da *Diabrotica speciosa*, conhecida como vaquinha (larva alfinete), bem como tolerância a insetos da ordem lepidóptera e ao herbicida glifosato.



O tratamento biológico realizado na semente Biomatrix 3088 consiste em um kit formado por três produtos biológicos com diferentes características e funções, é composto por 7 micro-organismos diferentes em um total de 12 cepas, coletadas e selecionadas para adaptações edafoclimáticas distintas.

O principal objetivo do tratamento biológico é atuar como promotor de crescimento, acelerar a biodegradação de compostos orgânicos, fornecer a exclusão competitiva de micro-organismos indesejáveis, aumentar a taxa de germinação, crescimento radicular, crescimento aéreo, solubilização de nutrientes, reestruturação do solo e otimização da biodiversidade.

Ao acompanhar o desenvolvimento das plantas, foi observada uma ligeira diferença de tamanho e enraizamento entre os tratamentos (Imagem 8), plantas das quais sementes foram submetidas ao tratamento tiveram melhor desenvolvimento em relação às plantas que não foram submetidas ao tratamento, demonstrando aparência mais “robusta”.

Imagem 9. Diferença de enraizamento entre os tratamentos



À esquerda: cultivar com tratamento, é possível observar um maior enraizamento; À direita: cultivar sem tratamento, é possível observar um menor enraizamento;
Fonte: autoria própria, 2023.

A diferença de tamanho e de enraizamento pode ser em decorrência do uso do kit biológico, visto que uma das suas principais características é promover o crescimento e melhorar o desenvolvimento das raízes na planta, porém, do ponto de vista de ataque de *S. frugiperda*, essa característica não influenciou na severidade de danos.

Ao contabilizar os danos, é possível afirmar que nos dois primeiros dias de avaliações (27/11 e 04/12) (estádio V3 e V4) a parcela com tratamento foi menos atingida, sendo atribuída nota 0 na escala de danos em 5 das 20 avaliações. Enquanto isso, na parcela sem tratamento todas as plantas foram atingidas em escala de 1 a 3.

Nos dois últimos dias de avaliações (11/12 e 18/12) (estádio V8 e V9) as parcelas com tratamento e sem tratamento demonstraram o mesmo nível de dano, atribuindo nota 2 na escala de Davis em 19 das 20 avaliações.



Embora tenha-se observado essa diferença inicial na distribuição de danos e hipotetizar uma possível vantagem da semente que recebeu o tratamento biológico, ao longo das semanas os danos demonstraram-se uniformes em ambos os tratamentos.

Ao traduzir as notas obtidas nas 40 avaliações, comparando as duas parcelas por meio do teste de Mann-Whitney, foi possível concluir que, estatisticamente, não há diferença significativa entre a severidade de danos em ambos os tratamentos. Tal resultado demonstra que, embora a parcela com tratamento tenha apresentado melhor desenvolvimento, isso não influenciou na distribuição e preferência da lagarta, que atingiu ambas as parcelas de maneira homogênea.

10 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos através deste trabalho, pode-se concluir a partir da análise visual de danos que não houve ataque de *S. frugiperda* em grandes proporções a nenhum dos tratamentos.

A baixa ocorrência do ataque pode estar relacionada a características comuns às sementes híbridas cujas propriedades são o aumento da ação inseticida, corroborando com os benefícios citados na bibliografia sobre as vantagens de escolher grãos híbridos BT para a lavoura ao invés das sementes tradicionais.

Através do teste de Mann-Whitney, foi possível observar que as características híbridas das sementes mantiveram um nível equivalente de proteção contra a lagarta-do-cartucho, não demonstrando diferenças quanto a severidade de danos nas duas parcelas.

Embora estatisticamente a parcela submetida ao tratamento biológico não tenha apresentado diferença quanto ao nível de danos (benefícios e prejuízos), foi observado que as plantas mostraram-se mais “robustas”, com maior taxa de crescimento e enraizamento.

Sugere-se para pesquisas futuras o estudo das características morfológicas e fisiológicas de plantas provenientes de sementes híbridas submetidas a tratamento biológico para investigar com maior profundidade se estas características podem ser vantajosas em relação a incidência da lagarta-do-cartucho e outras pragas.



REFERÊNCIAS

ARAGÃO, Adalberto; CONTINI, Elisio. O agro no Brasil e no mundo: uma síntese do período de 2000 a 2020. [S. L.]: Imagem, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS. Graãos, sementes e oleaginosas – ingredientes de destaque nas plataformas de inovação. ABIA, Jul. 2022. Disponível em: <<https://www.abia.org.br/noticias/graos-sementes-e-oleaginosas-ingredientes-de-destaque-nas-plataformas-de-inovacao>> Acesso em 09 de dez. 2023.

BURTET, Leonardo. GUEDES, V. C. Jerson. BERNARDI, Oderlei. MELO, A. Adriano. PES, P. Maiquel. STRAHL, Thiago. DOS SANTOS, A. Ericmar. HICKMANN, Frederico. Controle da Lagarta-do-Cartucho em Milho. Revista Cultivar, ed. 210. Universidade Federal de Santa Maria. 2020. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/controle-da-lagarta-do-cartucho-em-milho> Acesso em: 14 de dez. 2023.

CASELA, R. Carlos; MENDES, M. Simone; VIANA, A, Paulo; COTA, V. Luciano; KARAM, Décio; COSTA, V. Rodrigo; CRUZ, Ivan. Pragas e doenças. Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/pragas-e-doencas>> Acesso em 20 de dez. 2023.

COMAS, C.; LUMBIERRES, B.; PONS, X.; ABAJES, R. No effects of *Bacillus thuringiensis* maize on nontarget organisms in the field in southern Europe: a metaanalysis of 26 arthropod taxa. Transgenic Research, London, v. 23, p. 135-143, 2013.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 12 - décimo segundo levantamento, set., 2023.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Perspectivas para a agropecuária – safra 2023/24. Brasília, DF, v.11 - safra 2023/24, p. 1-137, ago. 2023.

COPPING, L.G.; MENN, J.J. Biopesticides: a review of their action, applications and efficacy. Pest Management Science, Sussex, v.56, n.8. p. 651-676, 2000.

CRESPO, M. Aline; GONÇALVES, Dalila da Costa; SOUZA, N. Mauricio; ZANÚNCIO Junior; SALAZAR, José; COSTA, Hélcio; FAVARATO, Luiz Fernando; RANGEL, J. P. Otacílio; ARAÚJO, S. B. João. Manejo da lagarta-do-cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*): panorama geral das atualizações no controle alternativo. Alegre: Instituto Federal do Espírito Santo, 2021. 20 p.

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

EMBRAPA. Transgenia: quebrando barreiras em prol da agropecuária brasileira. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-transgenicos/sobre-o-tema> Acesso em 23 de dez. 2023.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ. Paraná: onde se produz milho e soja. Sistema FAEP. [S. D.].



ISAAA. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years. ISAAA Brief No. 53. ISAAA: Ithaca, NY. 2017.

LOGUERCIO, L. Leandro. CARNEIRO, P. Newton. CARNEIRO, A. Andréa. Milho BT. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento - nº 24- janeiro/fevereiro 2002.

MAGALHÃES, Paulo César. DURÃES, O. M. Frederico. Fisiologia da Produção de Milho. Circular Técnica, 76. EMBRAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 1.ed. p.1-10. Sete Lagoas – MG, Dezembro, 2006. ISSN 1679-1150.

NACHAR, N. The Mann-Whitney U: A test for assessing whether two independent samples come from the same distribution. *Tutorials in quantitative Methods for Psychology*, 4(1), 13-20. 2008.
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>.

PREFEITURA DE IRATI. História. Inventário da Oferta Turística de Irati. 2020.

SAMPAIO, M. Renata. FREDO, Carlos Eduardo. COSTA, R. Aryne. BORTOLOTI, Gillyene. Adoção do manejo integrado de pragas (MIP): um estudo censitário das safras paulistas 2007/2008 e 2016/2017. *Rev. Tecnol. Soc.*, Curitiba, v. 18, n. 50, p.279-297, jan./mar., 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/13208>. Acesso em: 05 de jan. 2024.

SANTOS, S. Allan. Perspectivas para a agropecuária, safra 2022/23. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Conab. 2021.

SIGNOR, Pablo. Análise Preliminar VBP 2021 – NR Irati – Julho 2022. Boletim Informativo. Departamento de Economia Rural – DERAL. 2022.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ. Paraná – comparativo de área, produção e rendimento de culturas selecionadas, safras 21/22, 22/23 e 23/24. Departamento de Economia Rural, 27 de Nov. 2023.

SIEGEL, Sidney. Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento / Sidney Siegel. N. John Castellan Jr; tradução Sara Ianda Correa Carmona – 2. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2006.

