



## Consumo Foliar E Sobrevivência Da Lagarta-Do-Cartucho Em Genótipos De Milho Crioulo

"Foliar Consumption and Survival of the Fall Armyworm in Landrace Maize Genotypes"

BAILÃO, Agna Melissa Gomes<sup>1</sup>; FAVERO, Silvio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário do Araguaia. Barra do Garças-MT, silvio.favero@ufmt.br

**Resumo:** Este estudo teve como objetivo avaliar a sobrevivência e o consumo alimentar de larvas de *Spodoptera frugiperda* em diferentes genótipos de milho crioulo e uma cultivar comercial com expressão Bt, focando nos mecanismos de resistência, como antibiose e antixenose. Os experimentos foram realizados em laboratório, utilizando cinco genótipos de milho (transgênico, roxo andino, vermelho, xavante e palha roxa). Os ensaios de resistência foram desenvolvidos em laboratório, para a análise de sobrevivência foram utilizadas seções de folhos de milho oferecidas *ad libitum* e registrava-se o dia da morte de cada indivíduo sendo os dados analisados pela distribuição de Weibull para estimativa do tempo médio sobrevivência. Já o ensaio e consumo alimentar foi oferecido disco de 2cm<sup>2</sup> retirados da parte basal dos genótipos com delineamento experimental inteiramente casualizados com 5 repetições com uma larva por parcela. Os resultados da análise de sobrevivência mostraram que os genótipos crioulos, com destaque ao genótipo Xavante aproximaram-se do milho transgênico, sugerindo resistência moderada a alta. Esses resultados indicam que a diversidade genética nos genótipos de milho crioulo influencia significativamente a sobrevivência e o comportamento alimentar de *S frugiperda* demonstrando a importância deste material genético em programas de melhoramento vegetal para o cultivo sustentável de milho.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, plantas resistentes, antixenose, antibiose, *Spodoptera frugiperda*

**Abstract:** This study aimed to evaluate the survival and feeding consumption of *Spodoptera frugiperda* larvae on different landrace maize genotypes and a commercial Bt cultivar, focusing on resistance mechanisms such as antibiosis and antixenosis. Experiments were conducted in a laboratory setting using five maize genotypes (transgenic, Andean purple, red, Xavante, and purple straw). Resistance assays were developed in the laboratory; for survival analysis, leaf sections of corn were offered *ad libitum*, and the death day of each individual was recorded. Data were analyzed using the Weibull distribution to estimate the mean survival time. For the feeding consumption assay, 2 cm<sup>2</sup> disks were offered from the basal part of the genotypes in a completely randomized design with 5 replicates and one larva per plot. Survival analysis results showed that landrace genotypes, with emphasis on the Xavante genotype, approached the transgenic maize suggesting moderate to high resistance. These results indicate that genetic diversity in Landrace maize genotypes significantly influences the survival



and feeding behavior of *S. frugiperda*, demonstrating the importance of this genetic material in plant breeding programs for sustainable maize cultivation

**Keywords:** *Zea mays*, plant resistance, antibiosis, antixenosis, *Spodoptera frugiperda*

## Introdução

O milho crioulo é uma variedade de milho tradicional que possui grande importância cultural e econômica em várias regiões do Brasil. Diferentemente das cultivares comerciais, o milho crioulo é frequentemente adaptado às condições locais, apresentando características de resistência a pragas e doenças. O seu cultivo é fundamental para a preservação da biodiversidade agrícola e para a segurança alimentar das comunidades que dependem desse recurso (Araújo; Nass. 2002, Langner et al. 2019).

Entre as pragas que afetam o milho, a *Spodoptera frugiperda*, conhecida como lagarta-do-cartucho, destaca-se como uma das mais prejudiciais. Este inseto é um lepidóptero que ataca diversas plantas, mas tem uma predileção particular pelo milho. A *S. frugiperda* pode causar perdas significativas na produção, chegando a comprometer até 100% da colheita em casos severos. Sua capacidade de adaptação e resistência a inseticidas agrava o problema, tornando o manejo mais desafiador (Singh et al., 2022).

Estudos mostram que a diversidade genética das variedades de milho, como o milho crioulo, pode influenciar a resistência à *S. frugiperda*. A presença de compostos químicos naturais nas plantas, como flavonoides e alcaloides, pode atuar como defesa contra a herbivoria (Neves; Favero, 2022).

Pesquisas adicionais são necessárias para aprofundar a compreensão das interações entre o milho crioulo e a *S. frugiperda*. Ensaios de campo que avaliem o desempenho das variedades crioulas em condições de alta infestação são fundamentais (Silva et al. 2000). De acordo com o trabalho de Favero (2022) entender a relação entre a diversidade genética e a resistência a pragas é essencial para o desenvolvimento de estratégias de manejo integrado.

A adoção de práticas sustentáveis que valorizem o milho crioulo pode contribuir não apenas para o controle da *S. frugiperda*, mas também para a promoção da agricultura familiar. Incentivar o cultivo de variedades locais pode gerar benefícios econômicos e sociais, além de preservar o conhecimento tradicional sobre o manejo de culturas. Por fim, a integração de conhecimento científico e tradicional é crucial para enfrentar os desafios impostos por pragas como a *Spodoptera frugiperda*. A pesquisa deve ser orientada a fomentar a resiliência das agriculturas locais, garantindo a manutenção da diversidade genética e a sustentabilidade dos sistemas de produção (Sandri; Tofaneli,



2008). O fortalecimento das redes de colaboração entre pesquisadores, agricultores e comunidades pode ser um caminho promissor para a construção de um futuro agrícola mais sustentável.

O objetivo deste trabalho foi avaliar mecanismo de resistência de variedades de milho crioulo sobre larvas de *Spodoptera frugiperda* em laboratório.

## Metodologia

### Plantas de Milho e Insetos

Plantas de milho crioulo dos genótipos Vermelho, Roxo Andino, Palha Roxa e Xavante e o híbrido transgênicos foram cultivadas em casa de vegetação em vasos de 3 litros. Como substrato de plantio foi usado uma mistura de terra e casca de arroz carbonizada (1:1), cada vaso foi adubado com 50 gramas de esterco curtido. Em cada vaso foram semeadas 4 sementes com dois vasos por genótipo e híbrido. Foi feita irrigação diária e eliminada qualquer planta invasora espontânea. Os ensaios de mecanismo de resistência teve início quando a planta atingiu o estágio V3-4, utilizando-se das folhas centrais de cada planta.

As larvas de *S. frugiperda* utilizadas nos ensaios foram cedidas pela Fundação Mato Grosso que mantém criação massal para fins científicos em dieta artificial de Greene *et al.* (1976)

### Ensaio

Foram realizados dois ensaios para detecção de mecanismo de resistência por antibiose analisando a sobrevivência das larvas e por antixenose analisando o consumo foliar.

No ensaio de sobrevivência foram utilizadas dez larvas neonatas para cada genótipo de milho, essas larvas foram individualizadas em potes plásticos que continha alimento *ad libitum*, que consistia em seções de folhas de milho, e uma mecha de algodão umedecido para garantir a umidade no ambiente e manter a turgidez da seção de folha. Diariamente o alimento era trocado e contado o número de indivíduos mortos.

Para o ensaio de consumo alimentar foram utilizadas larvas de terceiro instar que estavam sem alimento por 6 horas. O ensaio consistia em oferecer um disco de 2cm<sup>2</sup> retirado da base das folhas centrais do genótipo para as larvas e após 2h retirava-se as lagartas e media-se a área consumida por meio do aplicativo LeafBite®. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 5 repetições, cada parcela consistia em uma lagarta mantida em placa de petri de 49mm de diâmetro.



## Análise estatística

Os dados de antibiose foram submetidos à análise de Weibull para estimativa do tempo médio de sobrevivência. Este modelo de análise de sobrevivência permite a estimativa da média de sobrevivência com apenas dois parâmetros (de escala e de forma) além do tipo de sobrevivência que a população apresenta sem a necessidade de intervalos constantes (Sgrillo, 1982; Reis e Haddad, 1997).

Quando o parâmetro de escala for maior do que 1, indica que a mortalidade aumenta com o tempo, se igual a 1 a mortalidade é constante no tempo e menor do que 1 a mortalidade diminui com o tempo

As estimativas dos parâmetros de forma e de escala foram obtidas através do método dos quadrados mínimos, após a linearização do modelo de Weibull, o tempo médio de falha foi considerado a morte do inseto e calculado por:

$$TMF = \lambda \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right)$$

Onde TMF = tempo médio para falha (morte)

$\lambda$  = parâmetro de escala

$k$  = parâmetro de forma

$\Gamma$  = função gama (é uma generalização do fatorial para números reais e complexos para valores fracionários)

Já os dados de área consumida foram submetidos à análise de variância em delineamento inteiramente casualizados, considerando  $p=0,05$  e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p=0,05$ )

Todos os cálculos foram realizados por meio do software Minitab®

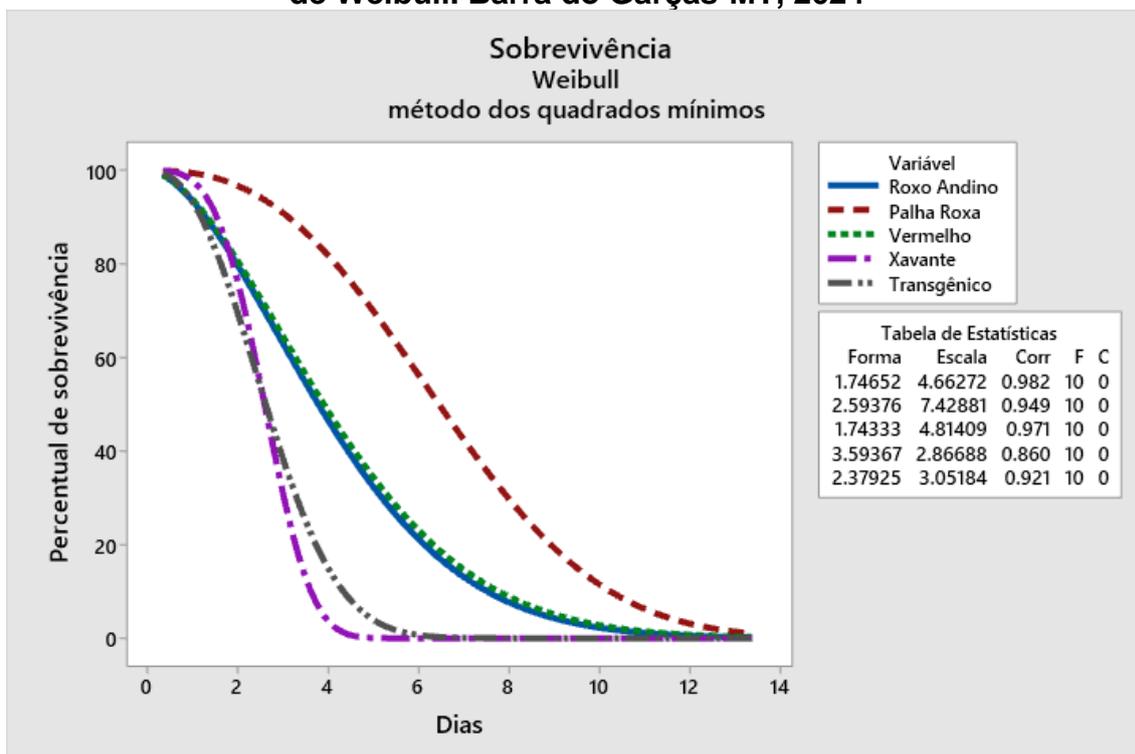
## Resultados e discussões

### Sobrevivência

Todos os parâmetros de forma e escala da distribuição de Weibull estão apresentados na figura 1, observa-se que os dados foram ajustados ao modelo proposto. Observa-se pelas curvas de sobrevivência que a variedade Palha roxa foi a mais suscetível propiciando maior tempo de sobrevivência, já o híbrido transgênico e a variedade Xavante foram as que mais afetaram a sobrevivência das lagartas com menores tempo de vida. As médias estimadas de tempo de médio de falha (mortalidade) estão apresentadas na tabela 1.



Figura 1. Curvas de Sobrevivência de lagartas de *Spodoptera frugiperda* em variedades de milho crioulo e híbrido transgênico. Estimativa por distribuição de Weibull. Barra do Garças-MT, 2024



Fonte: Elaborado pelos autores

Os dados de sobrevivência indicam que entre as variedades de milho crioulo a Xavante apresenta maior efeito sobre a mortalidade de larvas de *S. frugiperda* semelhante ao híbrido transgênico.

**Tabela 1.** Sobrevivência média de larvas de *Spodoptera frugiperda* em variedades de milho crioulo. Estimativa por distribuição de Weibull. Barra do Garças-MT, 2024

Variedade	Tempo médio para morte Dias	Desvio padrão
Roxo Andino	4,15	2,45
Palha Roxa	6,59	2,73
Vermelho	4,28	2,53
Xavante	2,58	0,80
Transgênico	2,38	3,05

Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se que o parâmetro forma para todas as variedades e híbrido são maiores do que 1, indicando que taxa de mortalidade aumenta com o tempo. Algumas cultivares de milho crioulo apresentam uma grande diversidade genética, que pode



resultar em diferentes níveis de resistência a pragas podendo apresentar folhas mais grossas ou com tricomas, dificultando a alimentação das lagartas já outras produzem metabólitos secundários, como alcaloides e flavonoides, que podem ser tóxicos ou repulsivos para os herbívoros. Estudar essas características nas variedades crioulas pode identificar aquelas que oferecem maior resistência.

Neste bioensaio observa-se um efeito antibiótico das cultivares sobre as larvas, levando a 100% de mortalidade em até 11 dias para as variedades Palha roxa e Vermelho. Efeito de antibiose em algumas variedades de milho crioulo pode ser explicada pela presença de alguns metabólitos secundários presentes nas folhas que afetam esta sobrevivência das lagartas, tais como compostos fenólicos, taninos, inibidores de proteases, ácidos graxos, alcaloides e flavonoides. Esses metabólitos secundários podem impactar negativamente as lagartas pela redução na taxa de crescimento devido à menor eficiência de alimentação e de digestão dos nutrientes; e aumento da mortalidade por substâncias tóxicas e antinutritivas que levam a uma alta mortalidade nas fases larvais (Favero, 2022; Macmullen; Frey; Degenhardt, 2009). Os resultados obtidos por Crubelati-Mulati *et al.*, (2019) mostraram que os genótipos de milho doce Teea Dulce MG 161 Doce Flor da Serra Doce Cubano e Tropical Plus tendem a ter a antibiose como mecanismo de resistência à lagarta-do-cartucho devido ao baixo área foliar consumida e o desenvolvimento prejudicado do inseto

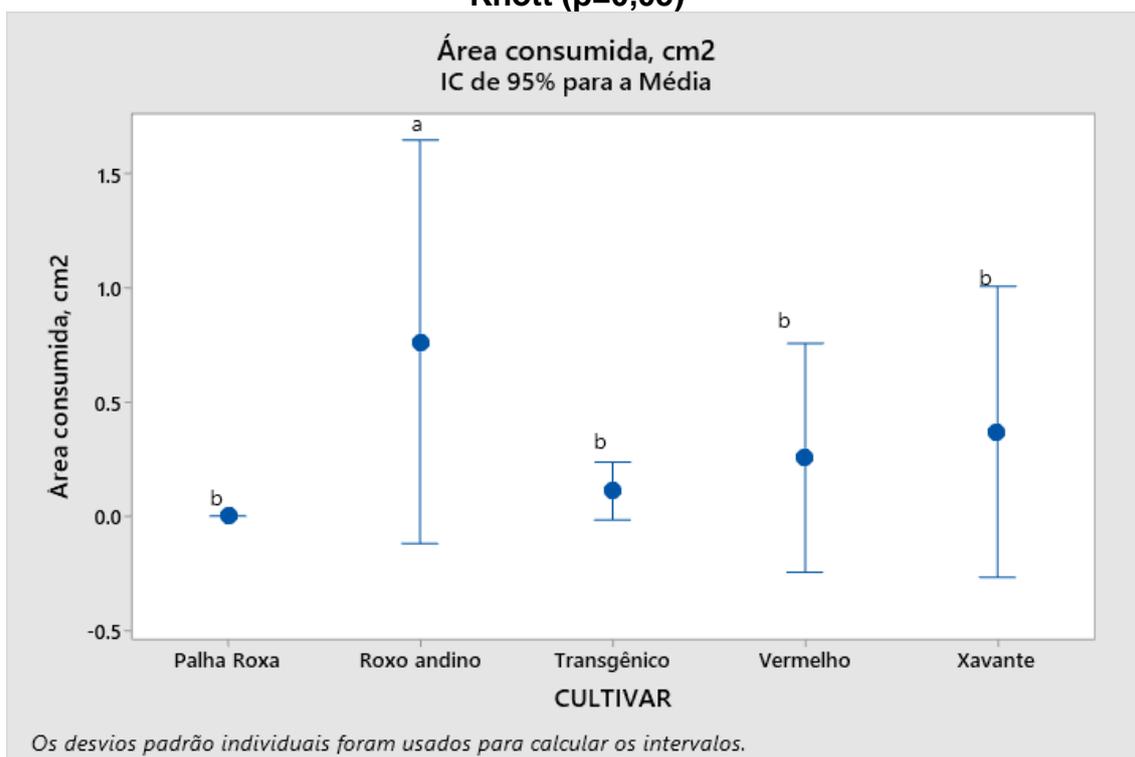
Uma análise fitoquímica das folhas das variedades crioulas poderá indicar quais metabólitos estão presentes na planta.

#### Consumo foliar

Houve diferenças significativas na área consumida pela lagarta ( $p=0,03$ ) formando dois grupos de médias, sendo o cultivar como maior área consumida o Roxo Andino, os demais genótipos foram semelhantes entre si (Figura 2).

Esses resultados indicam que as variedades de milho crioulo, excetuando-se a variedade Roxo Andino, possuem efeito antixenótico alimentar sobre as larvas de *S. frugiperda*. Nogueira et al. (2019) observaram dados semelhantes, segundo os autores larvas de *S. frugiperda* alimentadas com a raça crioula Pérola consumiram menor quantidade de folhas e apresentaram maior duração tempo de desenvolvimento e menor sobrevivência até o final da fase pupal. Larvas alimentadas com folhas da raça crioula Pérola e a cultivar BRS-Caatingueiro apresentaram os menores índices nutricionais.

Figura 2. Média de área foliar consumida de discos de folhas de variedades de milho crioulo e híbrido transgênico por larvas de *Spodoptera frugiperda*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p=0,05$ )



Fonte: Elaborado pelos autores

A antixenose caracteriza-se por ser um dos mecanismos de resistência das plantas a insetos que envolve a inibição ou alteração do comportamento de colonização e alimentação dos insetos praga. Diferentemente da antibiose, que afeta diretamente a biologia e fisiologia dos insetos, a antixenose torna a planta menos atrativa ou aceitável para o ataque das pragas, levando as lagartas a evitarem a planta como fonte de alimento, oviposição ou abrigo (Baldin; Pannuti; Betivenha, 2019).

Semelhante a antibiose, a antixenose pode ser devida aos metabólitos secundários presentes nas folhas. Compostos como alcaloides e saponinas podem alterar o sabor da planta, tornando-a desagradável para as lagartas. Esses compostos anti-alimentares em milho crioulo desencorajam a alimentação mesmo quando o inseto inicialmente tenta consumir o tecido vegetal. Há compostos que podem irritar *sensila* presentes nas partes bucais das lagartas como os sensores gustativos, causando um comportamento de rejeição e abandono da planta (MacMullen; Frey; Degenhardt, 2009). Outra possibilidade é a morfologia das folhas de milho crioulo que podem ser mais duras que as plantas suscetíveis ou ainda apresentarem tricomas que impedem as lagartas de se alimentarem das folhas, estas estruturas dificultam a fixação das peças bucais no tecido vegetal para iniciar a alimentação.



Os resultados obtidos neste ensaio são semelhantes aos obtidos por outros autores com diferentes variedades de milho crioulas. Singh *et al.* (2022) listam 24 germoplasmas que apresentam resistência ou por antixenose ou por antibiose. De acordo com Prasanna *et al.* (2018), muitas das variedades crioulas apresentam resistência poligênica, exibindo resistência parcial com notas da escala Davis (Davis *et al.* 1992) entre 3 e 5 enquanto cultivares transgênicas com notas entre 1 e 2, já cultivares comerciais com notas variando entre 6 e 9 (altamente suscetível). Dados semelhantes podem ser observados também em Prasanna (2019); Goedel *et al.* (2021) e Toepfer *et al.* (2021).

## Conclusões

Os genótipos de milho crioulo vermelho, preto andino, palha roxa e xavante apresentam pelo menos um mecanismo de resistência a larvas de *S. frugiperda*  
O genótipo xavante apresenta alta a média resistência quando comparado aos demais genótipos afetando drasticamente a sobrevivência das larvas de *S. frugiperda*  
O genótipo roxo andino se mostrou mais suscetível na análise de consumo foliar

## Agradecimentos

Os autores agradecem a Fapemat e a UFMT pela Bolsa de Iniciação Científica concedida a A.M.G. Bailão.

## Referências

ARAÚJO, P. M; NASS, L. L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 589-593, 2002.

BALDIN, E.L.L.; PANNUTI, L.E.R.; BENTIVENHA, J.P.F. Antixenose. In.: BALDIN, E.L.L.; VENDRAMIM, J.D.; LOURENÇÃO A.L. **Resistência de plantas a insetos: fundamentos e aplicações**. Piracicaba: Fealq, 2019. p. 137-184

CRUBELATI-MULAT, N. C. S.; BALERONI, A. G.; CONTRERAS-SOTO, R. I.; FERREIRA, C. J. B.; CASTRO, C. R.; ALBUQUERQUE, F. A.; & SCAPIM, C. A. Evaluation of resistance to *Spodoptera frugiperda* in sweet and field corn genotypes. **Maydica**, v. 64, n. 3, p. 1-7, 2020.

DAVIS, F. M., NG, S. S.; WILLIAMS, W. P. Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm. Technical bulletin – Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station. **Technical bulletin**, 1992. 186p.



FAVERO, S. Parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda* em cultivares de milho crioulo. **Cadernos de Agroecologia**, Dourados-MS, v. 17, n. 2, p. 1-9, dez. 2022. Anais do 2º Congresso Online Internacional de Sementes Crioulas e Agrobiodiversidade.

GOEDEL, A.; MARCIA, F.; POLTRONIERI, A. Resistência varietal de milho doce crioulo a *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Research, Society and Development**, 2021. 10. e411101321309. 10.33448/rsd-v10i13.21309.

GREENE, G.L.; LEPPLA, N.C.; DICKERSON, W.A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 69, n. 4, p. 487-488, 1976.

Langner, Josana A. et al. Maize: Key agricultural crop in food security and sovereignty in a future with water scarcity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** [online], v. 23, n. 9, 2019.

NEVES, R. V. B.; FAVERO, S. Resistência de milho crioulo a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) em Sistema de Semi-campo. **Cadernos de Agroecologia**, v. 17, n. 2, 2022.

NOGUEIRA, L., COSTA, E. N., DI BELLO, M. M., DINIZ, J. F. S., RIBEIRO, Z. A.,; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Oviposition preference and antibiosis to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazilian maize landraces. **Journal of Economic Entomology**, 112, 939–947.2019.

PRASANNA, B. M.; HUESING, J. E.; EDDY, R., PESCHKE, V. M. (Eds.). **Fall armyworm in Africa: A guide for integrated pest management** (1st ed.) 2018. CIMMYT, CDMX. <http://hdl.handle.net/10883/19204>

PRASANNA, B. M. Host plant resistance to fall armyworm: Status and prospects [Power Point slides]. **Presented at the SPS Committee thematic session on enabling access to tools and technologies: Fall armyworm case study**, World Trade Organization Meeting. 2019 [https://www.wto.org/english/tratop\\_e/spse/faw\\_2\\_c\\_prasanna\\_thematic\\_session\\_faw\\_19march2019.pdf](https://www.wto.org/english/tratop_e/spse/faw_2_c_prasanna_thematic_session_faw_19march2019.pdf)

REIS, Paulo R.; HADDAD, Marinéia L. Distribuição de Weibull como modelo de sobrevivência de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, p. 441-444, 1997.

SANDRI, C. A.; TOFANELLI, M.B.D. Milho crioulo: uma alternativa para rentabilidade no campo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 1, p. 59-61, 2008.



SGRILLO, R.B. A distribuição de Weibull como modelo de sobrevivência de insetos. **Ecosistema**, v. 7, n. 1, p 9-13, 1982.

SILVA, D. M. P. et al. Identificação de fontes de resistência de milho à *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em campo. **Brazilian Archives of Biology and Technology** [online], v. 43, n. 3, 2000. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132000000300015>.

SINGH, G.M.; Xu, J.; SCHAEFER, D.; Day, R.; WANG, Z.; ZHANG, F. Maize diversity for fall armyworm resistance in a warming world. **Crop Sci.**, v. 62, p. 1–19, 2022. <https://doi.org/10.1002/csc2.20649>

TOEPFER, S.; FALLET, P.; KAJUGA, J.; BAZAGWIRA, D.; MUKUNDWA, I. P.; SZALAI, M.; & TURLINGS, T. C. J. Streamlining leaf damage rating scales for the fall armyworm on maize. **Journal of Pest Science**, v. 94, p. 1075–1089, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01359-2>

VENDRAMIM, J. D.; GUZZO, E. C.; RIBEIRO, L. P. Antibiose. p.185-224. In.: BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. **Resistência de plantas a insetos: fundamentos e aplicações**. Piracicaba: Fealq, 2019.

VIANA, P. A.; GUIMARÃES, P. E. O.; MENDES, S. M. Maize cultivars with native resistance-potencial, advances and challenges. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 21, e1250, 2022. DOI. <https://doi.org/10.18512/rbms2022vol21e1250>.