



## **Sobrevivência e Não-preferência Alimentar de Larvas de *Helicoverpa armigera* em Variedades de Milho Crioulo**

*Survival and feed non-preference of Helicoverpa armigera larvae in varieties of landrace maize*

ALVES, Débora Natiele Vieira<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:** A *Helicoverpa armigera* é uma praga agrícola de grande impacto global, especialmente em culturas como soja e milho. Sua capacidade de se adaptar a diversas plantas e desenvolver resistência a inseticidas químicos e proteínas Bt em plantas transgênicas torna seu controle um desafio. Estratégias integradas, como o uso de variedades resistentes de milho crioulo, podem oferecer soluções sustentáveis e reduzir o uso de pesticidas. Este estudo teve como objetivo avaliar a sobrevivência e o consumo alimentar de larvas de *H. armigera* 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 de 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 se aproximaram do milho transgênico, sugerindo resistência moderada a alta. Esses achados indicam que a diversidade genética nos genótipos de milho crioulo influencia significativamente a sobrevivência e o comportamento alimentar de *H. armigera*.

**Palavras-chave:** Manejo de pragas, *Zea mays*, Antibiose, antixenose, distribuição de Weibull

**Abstract:** *Helicoverpa armigera* is a major agricultural pest with a significant global impact, particularly in crops such as soybean and maize. Its ability to adapt to various plants and develop resistance to chemical insecticides and Bt proteins in transgenic plants makes its control a challenge. Integrated strategies, such as the use of resistant varieties of landrace maize, can offer sustainable solutions and reduce pesticide use. This study aimed to evaluate the survival and food consumption of *H. armigera* larvae in different genotypes of native corn and a commercial cultivar with Bt expression, focusing on resistance mechanisms such as antibiosis and antixenosis. Experiments were conducted in the laboratory using five corn genotypes (transgenic, Andean purple, red, Xavante, and purple straw). Resistance tests were developed in the laboratory, for the survival analysis, sections of corn leaves were offered *ad libitum*, and the death day of each individual was recorded, and the data was analyzed by Weibull distribution to estimate the mean survival time. For the food consumption test, 2 cm<sup>2</sup>



disks were offered from the basal part of the genotypes with a completely randomized experimental design with 5 replications with one larva per plot. The results of the survival analysis showed that the native genotypes approached the transgenic maize, suggesting moderate to high resistance. These findings indicate that genetic diversity in native corn genotypes significantly influences the survival and feeding behavior of *H. armigera*.

**Keywords:** Pest management, *Zea mays*, antibiosis, antixenosis, weibull distribution.

## Introdução

A *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) é uma das pragas agrícolas mais devastadoras do mundo, conhecida por causar danos em culturas essenciais como soja e milho. Extremamente polífaga, se adapta a uma ampla variedade de plantas, o que a torna um desafio constante para o manejo agrícola. Além disso, seu histórico de resistência a inseticidas químicos e a proteínas Bt expressas em plantas transgênicas dificulta ainda mais o controle, demandando estratégias integradas e inovadoras para reduzir seus impactos (Suzana et al., 2015).

O desenvolvimento e a sobrevivência desse inseto-praga estão fortemente influenciados por diversos fatores, como a qualidade, quantidade e manipulação do alimento disponível. A forma como a dieta é manipulada pode impactar diretamente os mecanismos de resistência das plantas, afetando a intensidade do ataque dessas pragas, seja controlando ou exacerbando sua ação (Suzana et al., 2018).

Vale ressaltar, que a *H. armigera* se tornou uma das principais pragas da cultura do milho por se alimentar de folhas, estigmas e grãos da cultura antes mesmo que as plantas possam alcançar a maturação fisiológica (São João et al., 2018). Em muitos casos, partes desses prejuízos estão relacionados também com a inadequação das práticas de manejo exercidas por parte dos agricultores, como por exemplo, o uso errôneo e excessivo de inseticidas químicos e a exploração de mais de uma safra em uma única propriedade com variadas espécies de plantas hospedeiras (Santos et al., 2016).

Nessa perspectiva, a resistência de plantas a insetos é uma estratégia promissora para o controle de *H. armigera*, oferecendo uma solução eficaz e de baixo custo. Além disso, essa abordagem minimiza os impactos ambientais e reduz a necessidade de defensivos agrícolas, diminuindo a acumulação de resíduos químicos no ambiente (Boiça Júnior et al., 2013). Contudo, como apontado por Nogueira (2015), os estudos sobre essa temática ainda são limitados.

A questão central da pesquisa é entender como essas cultivares de milho crioulo afetam a biologia e os hábitos alimentares dessa praga. A hipótese é que as variedades de milho crioulo impactam significativamente tanto a biologia quanto o



comportamento alimentar, oferecendo uma alternativa potencialmente eficaz para o manejo dessa praga.

## Metodologia

A pesquisa foi realizada em laboratório e casa de vegetação na Universidade Federal de Mato Grosso, no qual as coordenadas geográficas são 15°52'23,2" S, 52°18'50,9" W, na cidade de Barra do Garças, estado de Mato Grosso. Foram realizados dois ensaios para avaliar os mecanismos de resistência por antibiose e não-preferência.

O plantio do milho foi realizado em casa de vegetação, feitas em vasos de 3 litros utilizando quatro sementes de cada cultivar por vaso. Utilizou-se de substrato uma mistura de terra argilosa com casca de arroz carbonizada na proporção de 2:1 e cinco variedades de milho crioulo, sendo milho transgênico, roxo andino, milho vermelho, palha roxa e milho xavante.

O ensaio para determinar a sobrevivência de milho crioulo e híbrido bt sobre larvas de *H. armigera* foi realizado em laboratório. Para cada genótipo foram utilizadas dez lagartas recém emergidas. Para a alimentação das lagartas, utilizou-se seções de folhas no estágio V2-3 das cultivares de milho crioulo, após lavar e secar, as folhas eram disponibilizadas e trocadas diariamente.

As lagartas foram mantidas em potes plásticos de 50ml com o fundo revestido com um pequeno recorte de papel toalha umedecido para manter a turgidez das seções de folhas. Todos os dias eram feitas a troca do alimento fornecido, a higienização dos recipientes e a contagem de mortes.

O ensaio para determinar o consumo de variedades de milho crioulo sobre larvas de *H. armigera* foi realizado em laboratório. Para cada tratamento foram utilizadas cinco lagartas de terceiro instar e mantidas sem alimento durante seis horas, após esse período, com o auxílio de uma pinça, as lagartas foram individualizadas em placa de petri de 49mm.

O alimento fornecido foram discos de 2 cm<sup>2</sup> de folhas retiradas da parte basal dos genótipos citadas acima. As lagartas foram mantidas em alimentação por duas horas, após esse período, as lagartas foram retiradas e os discos de folhas de cada cultivar foram submetidos a escaneamento por meio do aplicativo LeafByte®, para medir a área consumida de cada disco de folha.



Os dados de antibiose foram submetidos ao modelo de distribuição 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 além do tipo de sobrevivência que a população apresenta sem a necessidade de intervalos constantes. Já os dados de antixenose foram submetidos à análise de variância em delineamento inteiramente casualizados. Os dados foram transformados em raiz (de  $X + 0,5$ ) para ajuste à distribuição normal.

## Resultados e discussões

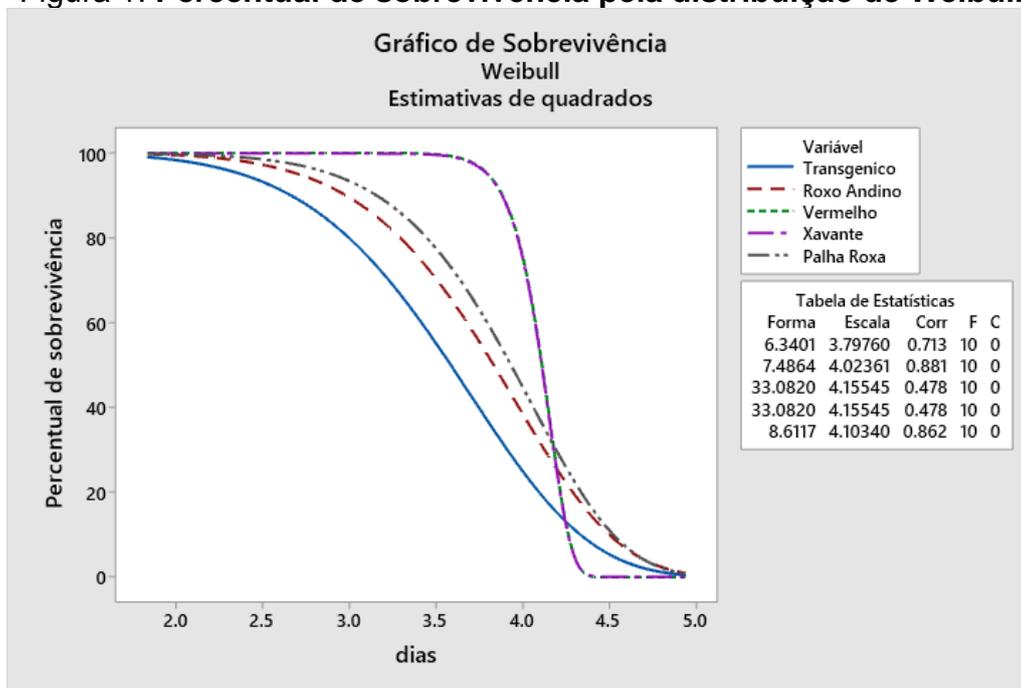
Os resultados da análise de sobrevivência das lagartas nos diferentes genótipos de milho crioulo mostraram diferenças no Tempo Médio para Falha (TMF) (Figura 1), ou seja, o tempo médio até a morte das lagartas. Para realizar essa análise, utilizou-se a distribuição de Weibull, um método estatístico que nos permitiu calcular o TMF de forma precisa, aplicando o método dos mínimos quadrados. Para todos os genótipos o parâmetro de forma da distribuição foi maior do que 1, indicando sobrevivência do tipo I, isto é, a taxa de mortalidade aumenta com o tempo (Sgrillo, 1982).

Observa-se que o milho transgênico apresentou o menor TMF entre todos os genótipos estudados, com uma média de 3,53 dias e um desvio padrão de 0,65 dias. Esse resultado indica que as lagartas sobreviveram por menos tempo quando se alimentaram desse tipo de milho, o que pode ser atribuído à presença de proteínas específicas que agem como inseticidas, reforçando a ideia de que o transgênico oferece uma forte resistência por meio de antibiose. A análise de distribuição demonstra que os genótipos Roxo Andino e Vermelho apresentam distribuições semelhantes a variedade Transgênica.

Já o genótipo Roxo Andino, teve um TMF um pouco maior, de 3,77 dias, com um desvio padrão de 0,60 dias. Esse resultado sugere que, embora o Roxo Andino também demonstre alguma resistência às lagartas, ela é menos eficaz do que a encontrada no milho transgênico. Ainda assim, a diferença é pequena, o que indica que esse genótipo também pode ser uma opção viável no controle de pragas, apesar da eficácia ligeiramente menor.

Por outro lado, os genótipos Vermelho e Xavante apresentaram o mesmo TMF, de 4,09 dias, com um desvio padrão muito baixo, de apenas 0,15 dias. Isso nos sugere que as lagartas tiveram uma sobrevivência mais uniforme ao se alimentarem desses milhos, e que ambos os genótipos têm características semelhantes que influenciam essa sobrevivência.

Figura 1. Percentual de sobrevivência pela distribuição de Weibull



Fonte: elaborado pelos autores

O genótipo Palha Roxa, com um TMF de 3,88 dias e um desvio padrão de 0,54 dias, apresentou uma resistência intermediária. Ele não foi tão eficaz quanto o transgênico ou o Roxo Andino e Vermelho, mas ainda assim demonstrou uma resistência maior que a dos genótipos Xavante.

A antibiose é um dos mecanismos de resistência de plantas a insetos, onde substâncias presentes na planta afetam negativamente a biologia do inseto, como seu desenvolvimento, crescimento, fecundidade e sobrevivência (Vendramin, Guzzo, Ribeiro, 2019).

No caso do milho crioulo, variedades locais de milho são frequentemente estudadas por suas propriedades de resistência natural a pragas, como lagartas e apresentarem compostos fenólicos, taninos, inibidores de proteases, ácidos graxos, alcalóides e flavonóides. Os compostos de resistência presentes no milho crioulo podem impactar as lagartas das seguintes formas, redução na taxa de crescimento devido à menor eficiência de alimentação e digestão dos nutrientes; e aumento da mortalidade por substâncias tóxicas e antinutritivas que levam a uma alta mortalidade nas fases larvais (Macmullen; Frey; Degenhardt, 2009).

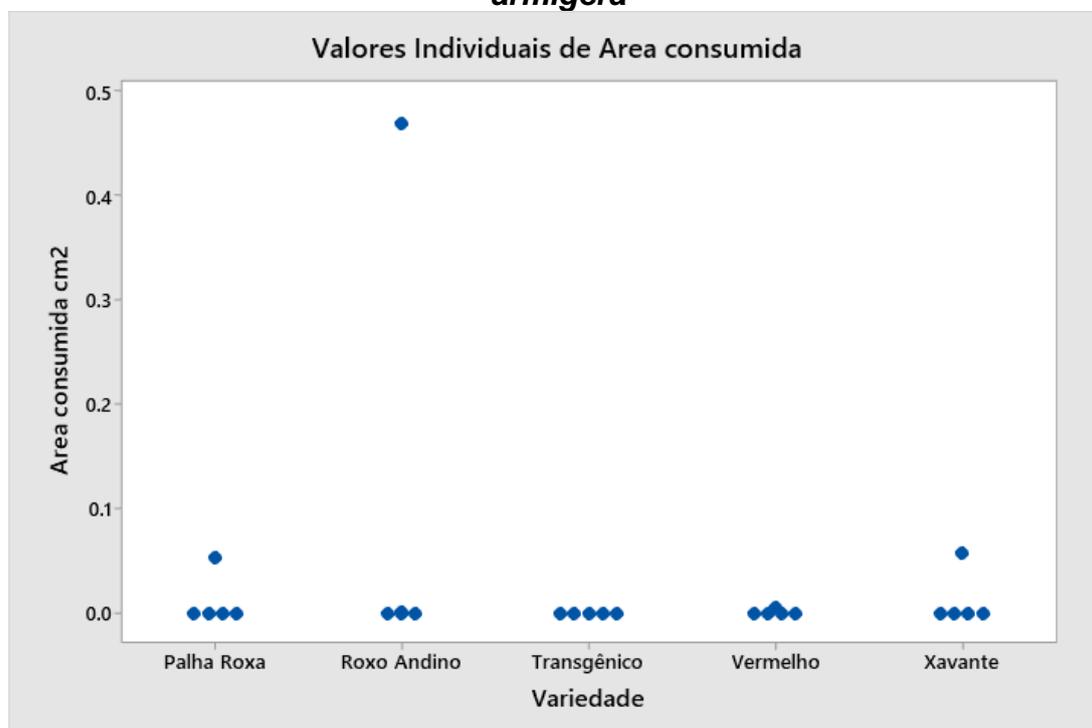
Substâncias como alcalóides, flavonóides, e ácidos fenólicos possuem propriedades tóxicas que podem danificar as células das lagartas, afetando órgãos vitais como o mesenteron e o sistema nervoso. Já compostos fenólicos podem gerar estresse oxidativo nas células das lagartas, causando danos às membranas celulares,

proteínas e DNA. Esse estresse leva à morte celular e à falência de sistemas críticos para a sobrevivência das lagartas. A ingestão desses compostos pode resultar em morte rápida ou lenta, dependendo da concentração e do tempo de exposição (Macmulle; Frey; Degenhardt, 2009; Viana; Guimarães; Mendes, 2022).

Esses resultados mostram que a diversidade genética nos genótipos de milho crioulo pode influenciar significativamente a sobrevivência de *H. armigera*. A aplicação da distribuição de Weibull nos ajudou a entender melhor essas diferenças, destacando a importância de escolher genótipos específicos no manejo de pragas, especialmente quando o objetivo é reduzir o uso de produtos químicos e adotar práticas agrícolas mais sustentáveis. Essas observações também reforçam a relevância de incluir a diversidade genética como uma estratégia no controle de pragas, levando em conta as características únicas de cada genótipo de milho.

Na análise da área consumida das larvas de *H. armigera* nos genótipos estudados, não foi observada diferença significativa ( $F = 0,86$ ; G.L 4,20;  $p = 0,506$ ), (figura 2, tabela 1). A tabela 1 apresenta as médias e desvios padrões das variedades estudadas.

Figura 2. **Área consumida de discos de folhas de milho crioulo por *Helicoverpa armigera***



Fonte: Elaborado pelos autores



**Tabela 1.** Valores médios de área consumida em 2 horas por larvas de terceiro instar de *Helicoverpa armigera* em laboratório (junho de 2024)

Variedade	Média (cm <sup>2</sup> )	Desvio Padrão
Palha Roxa	0,0106	0,0237
Roxo Andino	0,0940	0,2096
Transgênico	0,0000	0,0000
Vermelho	0,0010	0,0022
Xavante	0,0114	0,0255

Fonte: Elaborado pelos autores

Os resultados indicam que, entre as variedades avaliadas, o milho transgênico foi o único que não apresentou consumo por parte das larvas, sugerindo uma possível resistência total à *H. armigera* em termos de antixenose. As variedades Palha Roxa e Xavante apresentaram um consumo relativamente baixo, com médias de 0,0106 cm<sup>2</sup> e 0,0114 cm<sup>2</sup>, respectivamente. A variedade Roxo Andino mostrou a maior média de área consumida (0,0940 cm<sup>2</sup>), evidenciando uma maior tendência a suscetibilidade ao ataque das larvas.

A antixenose ou não-preferência é um dos mecanismos de resistência das plantas a insetos que envolve a inibição do comportamento de colonização e alimentação dos insetos praga. Ao contrário 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).

No caso da não-preferência por alimentação, terpenos e aldeídos em milho crioulo que funcionam como repelentes naturais para lagartas. Estes compostos são detectados pelos insetos através de quimiorreceptores, desencadeando um comportamento de evasão (Macmulle; Frey; Degenhardt, 2009; Viana; Guimarães; Mendes, 2022).

Compostos como alcaloides e saponinas podem alterar o sabor da planta, tornando-a desagradável para as lagartas. Esses compostos antialimentares desencorajam a alimentação mesmo quando o inseto inicialmente tenta consumir o tecido vegetal. Outros compostos podem irritar as partes bucais das lagartas ou os sensores gustativos, causando um comportamento de rejeição e abandono da planta (Macmullen; Frey; Degenhardt, 2009).

É possível que a estrutura física das folhas também altere essa preferência como tricomas, algumas variedades de milho crioulo possuem tricomas densos e longos nas folhas e colmos que dificultam a mobilidade das lagartas. Estes tricomas podem fisicamente bloquear o acesso ao tecido foliar, causando desconforto e repelindo as lagartas. A presença de cutículas cerosas espessas e lisas nas folhas podem criar



uma barreira física que impede a aderência das lagartas, desencorajando a alimentação. Essas superfícies escorregadias dificultam o movimento e a fixação das lagartas, tornando a planta menos aceitável pelas lagartas (Baldin; Pannuti; Betivenha, 2019).

Embora as análises estatísticas não tenham indicado diferença significativa entre as variedades, os resultados sugerem que podem ter características que afetam o comportamento alimentar das larvas como resultado semelhante à variedade transgênicas. Esses resultados reforçam a importância de estudos adicionais para entender os mecanismos de resistência, como a antibiose e a antixenose, presentes nessas variedades de milho crioulo.

A ausência de consumo na variedade transgênica pode ser atribuída a modificações genéticas específicas que conferem resistência ao ataque de pragas, enquanto nas demais variedades, a variação no consumo pode estar relacionada a diferentes fatores bioquímicos e físicos das plantas.

Os resultados obtidos sugerem que a diversidade genética entre os genótipos de milho crioulo exerce um impacto significativo na sobrevivência e no comportamento alimentar de *H. armigera*. A utilização de genótipos específicos, como o milho transgênico, pode constituir uma estratégia eficaz no manejo de pragas, reduzindo a dependência de pesticidas e promovendo práticas agrícolas mais sustentáveis. A seleção criteriosa de genótipos resistentes é, portanto, fundamental para o desenvolvimento de um manejo integrado de pragas que seja tanto eficaz quanto ecologicamente responsável.

## **Conclusões**

As variedades de milho estudadas apresentaram pelo menos um mecanismo de resistência a larvas de *H. armigera*. As variedades de milho crioulo Roxo Andino e Vermelho apresentaram efeito antibiótico superiores às variedades Xavante e Palha Roxa para larvas de *H. armigera*. As variedades de milho crioulo Xavante, Palha Roxa, Roxo Andino e Vermelho apresentaram efeito antixenótico para larvas de *H. armigera*.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem a Fapemat e a UFMT pela bolsa de IC concedida a D.N.V.Alves



## Referências

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

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S.; LOPES, G. L.; COSTA, E. N.; MORAES, R. F. O.; EDUARDO, W. I. Atualidades em resistência de plantas a insetos. In: BUSOLI, A. C.; ALENCAR, J. R. C. C.; FRAGA, D. F.; SOUZA, L. A.; SOUZA, B. H. S.; GRIGOLLI, J. F. J. (Eds.). **Tópicos em entomologia agrícola VI**. Jaboticabal: Gráfica e Editora Multipress, 2013. p. 207-224.

FAVERO, Silvio. Parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda* em cultivares de milho crioulo. **Cadernos de Agroecologia**, Dourados-MS, v. 17, n. 2, p. 1-9, dez. 2021. Anais do 2º Congresso Online Internacional de Sementes Crioulas e Agrobiodiversidade.

GOEDEL, A. D.; FAITA, M. R.; POLTRONIERI, A. S. 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. e411101321309, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i13.21309.

SÃO JOÃO, A W. F.; RIBEIRO, L. P.; CHIARADIA, L. A.; MADALÓZ, J. C.; NESI, C. N. Pragas e doenças do milho: diagnose, danos e estratégias de manejo. **Boletim Técnico**, [S. l.], p. 84, 2018.

NOGUEIRA, Luciano. **Categorias e níveis de resistência de genótipos de milho crioulo a *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2015. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, -Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal - Sp, 2015. Cap. 2.

SANTOS, Christiane Almeida dos *et al.* Desenvolvimento de *Helicoverpa* spp. em milho Bt com expressão de diferentes proteínas. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 537-544, maio 2016.

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

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 challanges. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 21, e1250, 2022. DOI. <https://doi.org/10.18512/rbms2022vol21e1250>.