



Universidade Federal de Sergipe
Campus do Sertão
Departamento de Engenharia Agrônômica do Sertão



MIRLE FEITOSA DE MATOS

ANÁLISE COMPORTAMENTAL BIOLÓGICO DOS *Sitophilus zeamais*
(Coleoptera: Curculionidae) EM DIFERENTES CULTIVARES DE MILHO

Trabalho de Conclusão de Curso

Nossa Senhora da Glória/SE

Fevereiro de 2026

MIRLE FEITOSA DE MATOS

**ANÁLISE COMPORTAMENTAL BIOLÓGICO DOS *Sitophilus zeamais*
(Coleoptera: Curculionidae) EM DIFERENTES CULTIVARES DE MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação em Engenharia Agrônoma
da Universidade Federal de Sergipe,
como requisito parcial à obtenção do
título de bacharel em Engenharia
Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Nilson Rodrigues da Silva

MIRLE FEITOSA DE MATOS

**ANÁLISE COMPORTAMENTAL BIOLÓGICO DOS *Sitophilus zeamais*
(Coleoptera: Curculionidae) EM DIFERENTES CULTIVARES DE MILHO**

Este documento foi julgado adequado como proposta de trabalho de TCC para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em: 05/02/2026

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **NILSON RODRIGUES DA SILVA**
Data: 25/02/2026 16:02:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Nilson Rodrigues da Silva, Doutor.
Universidade Federal de Sergipe

**Fabiano
Branco Rocha**  Assinado de forma digital
por Fabiano Branco
Rocha
Dados: 2026.02.26
10:00:27 -03'00'

Fabiano Branco Rocha, Doutor.
Universidade Federal de Sergipe

Documento assinado digitalmente
 **ALISSON MARCEL SOUZA DE OLIVEIRA**
Data: 26/02/2026 08:40:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Alisson Marcel Souza de Oliveira, Doutor
Universidade Federal de Sergipe

ANÁLISE COMPORTAMENTAL BIOLÓGICA *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) EM DIFERENTES CULTIVARES DE MILHO

Mirle Feitosa de Matos¹; Nilson Rodrigues da Silva²

Resumo

O caruncho-do-milho, *S. zeamais*, é uma das principais pragas de grãos armazenados de milho no Brasil, devido aos danos causados na cultura e aos efeitos negativos dessa praga na cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de sementes de cultivares comerciais (F2) e crioulas de milho ao ataque de *S. zeamais*. Os bioensaios foram conduzidos por meio de testes com e sem chance de escolha, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com nove tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram compostos por cinco cultivares oriundas de variedades comercial F2 (Tevo: T-1680 e T-1503; Forseed: Fs- 533 e Fs-560; milho pipoca e Morgan 616) e três variedades crioulas (Cunha, Cateto e o Cacetinho). No teste sem chance de escolha, os adultos foram confinados com os grãos para avaliar os parâmetros biológicos de *S. zeamais*. O menor tempo médio de desenvolvimento foi observado em T-1503 (30,70 dias) e T-1680 (31,52 dias). O maior índice de suscetibilidade ocorreu em T-1503 (13,66) e FS-533 (11,99), enquanto T-1680 apresentou o menor valor (4,76). A maior taxa de multiplicação foi observada em T-1503 (3,50) e a menor em T-1680 (0,33), padrão semelhante ao observado para a taxa instantânea de crescimento populacional. As maiores perdas de peso ocorreram em T-1503 (72,75%) e FS-533 (68,94%), enquanto as menores foram registradas em T-1680 (8,93%) e no Milho pipoca (7,17%). No teste com chance de escolha, o tratamento FS-533 apresentou a maior média de escolha (29,18%), enquanto os menores ocorreram em Cateto (2,85%), Morgan (0%) e T-1503 (0%). De forma geral, o genótipo T-1680 apresentou os menores valores para a maioria das variáveis avaliadas, caracterizando-se como o mais resistente ao ataque de *S. zeamais*.

Palavras-chave: Gorgulho; resistência; grãos

BIOLOGICAL BEHAVIORAL ANALYSIS *Sitophilus Zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) IN DIFFERENT MAIZE CULTIVARS

Mirle Feitosa de Matos¹; Nilson Rodrigues da Silva

Abstract

The maize weevil, *S. zeamais*, is one of the main pests of stored corn grains in Brazil, due to the damage caused to the crop and the negative effects associated with its infestation. The objective of this study was to evaluate the resistance of seeds from commercial (F2) and landrace maize cultivars to *S. zeamais* attack. Bioassays were conducted using choice and no-choice tests, in a completely randomized design (CRD), with nine treatments and six replications. The treatments consisted of five cultivars derived from commercial F2 varieties (Tevo: T-1680 and T-1503; Forseed: FS-533 and FS-560; popcorn maize; and Morgan 616) and three landrace varieties (Cunha, Cateto, and Cacetinho). In the no-choice test, adults were confined with the grains to evaluate the biological parameters of *S. zeamais*. The shortest mean developmental time was observed in T-1503 (30.70 days) and T-1680 (31.52 days). The highest susceptibility index occurred in T-1503 (13.66) and FS-533 (11.99), whereas T-1680 showed the lowest value (4.76). The highest multiplication rate was observed in T-1503 (3.50) and the lowest in T-1680 (0.33), following a pattern similar to that observed for the instantaneous population growth rate. The greatest weight losses occurred in T-1503 (72.75%) and FS-533 (68.94%), whereas the lowest losses were recorded in T-1680 (8.93%) and popcorn maize (7.17%). In the choice test, the FS-533 treatment showed the highest mean preference (29.18%), while the lowest values were observed in Cateto (2.85%), Morgan (0%), and T-1503 (0%). Overall, the T-1680 genotype presented the lowest values for most of the evaluated variables, characterizing it as the most resistant to *S. zeamais* attack.

Keywords: Weevil; resistance; grains.

Índice

Resumo.....	v
Abstract.....	vi
1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	3
2.1 Objetivos geral	3
2.1 Objetivos específicos	3
2. Material e métodos.....	4
2.1 Criação massal de <i>Sitophilus zeamais</i>	4
2.2 Teste sem chance de escolha.. ..	5
2.3 Teste com chance de escolha	6
2.4 Análise estatística	7
3. Resultados.....	7
3.1 Testes sem chance de escolha	7
3.2 Testes com chance de escolha	11
4. Discussão	12
5. Conclusões	14
6. Referências bibliográficas.....	15
7. Agradecimentos	18

1. Introdução

O Brasil destaca-se como um dos principais produtores mundiais de grãos, especialmente na cultura do milho, que apresenta elevada relevância econômica e produtiva (Embrapa, 2022). Além disso, o milho possui importância mundial como commodity, sendo a principal fonte energética utilizada na alimentação animal, principalmente na criação de aves, suínos e bovinos (MÔRO; FRITSCHÉ-NETO, 2017). Na safra 2022/2023, a produção nacional alcançou aproximadamente 125,8 milhões de toneladas, resultado do avanço tecnológico, do melhoramento genético, do uso de defensivos e da adubação balanceada (CONAB, 2022). Entretanto, um dos principais desafios relacionados ao armazenamento de grãos é a infestação por insetos-praga (PHILLIPS; THRONE, 2010; BRILINGER et al., 2020).

O gorgulho-do-milho ou caruncho, *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) é o principal inseto-praga de grãos armazenado, devido à sua alta capacidade de causar danos e atacar diferentes hospedeiros alternativos, incluindo trigo, arroz, cevada e triticale. Além disso, trata-se de uma praga primária interna de grande importância, capaz de causar danos diretos e apresentar infestação cruzada tanto no campo, quanto no armazenamento. Os danos diretos causados por *S. zeamais* resultam da alimentação de larvas e adultos (TOSCANO et al., 1999), reduzindo a germinação de sementes e favorecendo o desenvolvimento de pragas secundárias e fungos de armazenamento (NUNES; RIZENTAL, 2015).

O ciclo de vida ocorre majoritariamente no interior do grão, e inicia-se com a oviposição e deposição de uma substância mucosa sobre os ovos pelas fêmeas de *S. zeamais*. A eclosão dos ovos ocorre após 3 a 6 dias, e as larvas permanecem por 4 estágios larvais até a fase de pupa no interior do grão. O ciclo de vida dura em média 30 dias, e a sobrevivência dos adultos pode variar de 3 a 6 meses (GALLO et al., 2002; CORREAS, 2020). Os adultos apresentam coloração castanho-escuro, comprimento entre 2,0 e 3,5 mm e rostro curvado característico, que permite a diferenciação entre os sexos (LORINI, 2003).

O manejo desse inseto-praga em grãos armazenados baseia-se principalmente no uso de inseticidas químicos, como bifentrina, fenitrotiona, pirimifós-metílico e formulações à base de fosfeto de alumínio e magnésio (DOS SANTOS et al., 2009). Porém o uso inadequado desses produtos tem favorecido o surgimento de populações resistentes e a presença de resíduos nos grãos (FARONI, 1997). Nesse contexto, o uso de

cultivares resistentes destaca-se como estratégia alternativa e complementar ao controle químico, contribuindo para a redução da população da praga, dos custos de produção e da dependência de inseticidas (LARA, 1991; NOGUEIRA; BOIÇA JÚNIOR, 2015; TOSCANO et al., 1999), além de ser compatível com outras práticas utilizadas no Manejo Integrado de Pragas (MIP) (TOSCANO et al., 1999).

A resistência de plantas aos insetos pode ocorrer por meio de três mecanismos: antixenose, antibiose e tolerância. A antixenose caracteriza-se pela menor preferência do inseto pelo genótipo, influenciando a alimentação e a oviposição (SMITH, 2005; BASTOS et al., 2015). A antibiose refere-se aos efeitos negativos no desenvolvimento do inseto, podendo causar mortalidade ou deformações, sendo associada, no milho, à presença de compostos fenólicos. Já a tolerância consiste na capacidade da planta de se recuperar ou manter sua produtividade mesmo sob ataque do inseto-praga (GUZZO et al., 2002; ANTUNES et al., 2011).

A resistência dos grãos de milho ao ataque de *S. zeamais* está associada principalmente às características físicas, químicas e bioquímicas dos diferentes genótipos, incluindo aspectos como cor, dureza, textura, espessura do pericarpo, teor de proteínas, açúcares e compostos fenólicos (NWOSU et al., 2015; TONGJURA et al., 2010), que influenciam diretamente a atratividade, a alimentação e o desenvolvimento do inseto-praga. Além disso, genótipos considerados resistentes apresentam elevados teores de fibras e inibidores de tripsina, sendo estes compostos responsáveis pela redução da oviposição e do desenvolvimento do inseto (NWOSU, 2016).

Nesse sentido, a diversidade genética das sementes crioulas representa uma importante fonte de resistência para os programas de melhoramento, contribuindo para o desenvolvimento de cultivares mais adaptadas e tolerantes às pragas (NOGUEIRA, 2015). Embora as tecnologias Bt sejam voltadas principalmente ao controle de lepidópteros, a avaliação da resistência de diferentes genótipos ao caruncho-do-milho permanece essencial. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a resistência de sementes de cultivares comerciais (F2) e crioulas de milho ao ataque de *S. zeamais*.

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

Avaliar a resistência de sementes de cultivares comerciais (F2) e crioulas de milho ao ataque de *S. zeamais*.

2.2 Objetivos específicos

- a) Caracterizar os parâmetros biológicos de *S. zeamais* em diferentes cultivares comerciais (F2) e crioulas de milho, no teste sem chance de escolha;
- b) Determinar o comportamento de escolha de *S. zeamais* em diferentes cultivares comerciais (F2) e crioulas de milho, no teste com chance de escolha.

3. Material e métodos

3.1 Criação massal do caruncho *Sitophilus zeamais*

Para a realização dos bioensaios, foi estabelecida uma criação massal de *S. zeamais* com aproximadamente 500 adultos (não sexados) no laboratório da Universidade Federal de Sergipe, Campus do Sertão. Os insetos foram coletados em grãos de milho armazenados no município de Nossa Senhora da Glória. Após a coleta, os insetos foram acondicionados em frascos de vidro (5 litros), cuja parte superior foi coberta com tecido do tipo voil, afim de evitar a fuga dos insetos. O interior dos frascos, foram preenchidos com grãos de milho pipoca (suscetível) até um terço (1/3) do seu volume, sendo posteriormente mantidos em temperatura ambiente. Para evitar contaminação, os grãos de milho foram submetidos a um processo de pré-esterilização (72 horas a -18°C em freezer).

Para realização dos bioensaios, foram utilizadas sementes oriundas de cultivares comerciais (F₂) e crioulas, totalizando nove genótipos de grãos de milho. As variedades comerciais foram Tevo (T-1680 e T-1503), Forseed (Fs- 533 e Fs-560), Morgan 616 e o Milho pipoca, enquanto as variedades crioulas utilizadas foram Cunha, Cateto e Cacetinho. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com nove tratamentos e seis repetições, sendo cada genótipo considerado como um tratamento. A classificação dos grãos foi realizada de acordo com suas características de textura, coloração, tamanho, dureza e sanidade, por meio de avaliação visual e física, com base em metodologias de caracterização de germoplasma recomendadas pela Embrapa (EMBRAPA, 2011) e nas informações disponíveis nos sites das empresas fabricantes das sementes (Tabela 1 e Figura 1). As variedades de milho usadas nesse estudo foram obtidas com produtores e nas lojas Campo Real e Armazém Rocha.

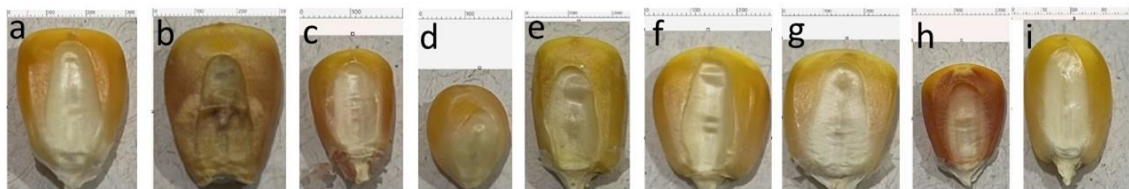


Figura 1- Imagens das sementes de milho usadas nos experimentos, a) T-1680 (F₂), b) T-1503 (F₂), c) Morgan 616 (F₂), d) Milho pipoca, e) Forseed 533 (F₂), f) Forseed 560 (F₂), g) Cunha, h) Cateto, i) Cacetinho.

Tabela 1 – Relação de materiais de milho utilizados no experimento e suas respectivas características físicas.

Variedades	Tipo	Características do grão	Empresa
T-1680	Semiduro	Amarelo-alaranjado	Tevo
Cunha	Semiduro	Amarelo	Variedade crioula
Milho pipoca	Duro	Amarelo	Variedade comercial
Cateto	Semiduro	Amarelo-alaranjado	Variedade crioula
Morgan	Semidura	Amarelo-alaranjada	Long-ping
Cacetinho	Semiduro	Amarelo	Variedade crioula
FS-560	Semiduro	Amarelo-alaranjado	Forseed
FS-533	Semiduro	Amarelo-alaranjado	Forseed
T-1503	Semidentado	Amarelo-alaranjado	Tevo

3.2 Teste Sem Chance de Escolha.

Os bioensaio foram realizados de acordo com a metodologia adaptada de Dobie (1977). Para realização dos bioensaios, utilizou-se um recipiente cilíndrico plástico transparente de 150 ml com tampa, contendo 20 g de grãos de milho e 10 casais recém-emergidos (0 - 24 horas) de *S. zeamais*, sendo cada pote considerado uma repetição. Após sete dias de oviposição, os adultos foram removidos e descartados, e a partir do 20º (vigésimo) dia após a infestação, iniciou-se as avaliações diárias dos seguintes parâmetros biológicos: emergência de adultos (machos e fêmeas), período médio de desenvolvimento (PMD) (ovo a adulto), Índice de Suscetibilidade (IS), taxa instantânea de crescimento (r_i), tempo de multiplicação populacional (TM) e a perda de massa de grãos.

A razão sexual (RS) de *S. zeamais* foi calculada através da seguinte formula: $RS = (\text{número de fêmeas} / \text{número de machos} + \text{fêmeas})$. A sexagem dos adultos foi realizada de acordo com as características morfológicas estabelecidas por Halstead (1963). A duração da fase imatura (PMD) foi estimada através da equação descrita por Lima et al (2001):

$$PMD = \frac{\sum (\text{Número diário de insetos emergidos} * \text{Número de dias após a infestação})}{\text{Total de insetos emergidos}}$$

A suscetibilidade das variedades de milho ao ataque de *S. zeamais* foi analisada através do Índice de Suscetibilidade (IS) (DOBIE, 1973). Para essa avaliação, considerou-se a quantidade de adultos de *S. zeamais* emergidos e o tempo médio de desenvolvimento, após a infestação nas amostras de grãos em cada recipiente pelo gorgulho. O cálculo do IS foi realizado utilizando a seguinte equação:

$$IS = \left(\frac{\ln(\sum x)}{T} \right) * 100$$

Onde: IS = Índice de Suscetibilidade; Ln = logaritmo natural; Σx = total de adultos emergidos em cada variedade; e T = período necessário para que os insetos concluem o ciclo biológico. A variável T foi obtida por meio da fórmula:

$$T = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x},$$

Onde: x = número de insetos emergidos diariamente e y = número de dias da infestação à emergência. A taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) foi calculada pela equação descrita por Stark et al. (1997):

$$r_i = \frac{[\ln(N_f - N_0)]}{\Delta t},$$

Onde: r_i = taxa instantânea de crescimento, N_f = Número final de insetos; N_0 = Número inicial de insetos; e Δt = Número de dias em que o bioensaio foi executado. Valores de $r_i > 0$ indicam crescimento populacional, $r_i = 0$ indica estabilidade populacional e valores negativos de r_i indicam população em declínio com provável extinção (STARK; BANKS, 2003). O tempo de multiplicação populacional (TM) indica em quantos dias a população de *S. zeamais* duplica de tamanho, é uma equação derivada do modelo exponencial de crescimento populacional de Krebs (2009) e Gotelli (2008):

$$TM = \frac{\ln(2)}{r_i},$$

Onde: r_i = taxa instantânea de crescimento. Essa expressão foi utilizada para inferir a velocidade de multiplicação populacional de *S. zeamais* nos diferentes genótipos avaliados. Valores baixos de TM indica hospedeiro adequado e genótipo suscetível; TM alto indica hospedeiro pouco adequado e genótipo resistente. A perda de massa seca dos grãos de milho foi determinada por meio da diferença entre o peso da massa seca inicial e a massa seca final (ALVES et al., 2006). Para isso, após a retirada dos adultos, os grãos foram peneirados, empregando-se uma peneira com malha 3mm para a separação dos grãos e resíduos. O material retido pela peneira (massa seca final) foi pesado empregando-se uma balança de precisão.

3.3 Teste Com Chance de Escolha

Para os bioensaio com chance de escolha, foram utilizadas arenas, compostas por bandejas plásticas circulares (5 cm de altura e 30 cm de diâmetro), contendo em seu interior uma placa de isopor em formato circular de 2 cm de altura. Em cada placa, foi feito furos circulares em sua borda, mantendo uma distância de 3 cm entre furo. Posteriormente, foi adicionado copos de plástico de 50 ml, contendo 20 gramas de

sementes de milho em cada furo, sendo um copo para cada tratamento. Esse bioensaio também foi realizado em DIC, com 9 tratamento e seis repetições.

Em cada repetição (arena), foram liberados no centro da placa 50 casais de insetos (recém-emergidos) mantidos sem alimentação por 24 horas. Em seguida, as bandejas foram tampadas, vedadas com fita adesiva e colocadas em uma caixa de papelão, tornando o ambiente escuro e impedindo a fuga dos insetos. Após 24 horas, as bandejas foram abertas para a contagem dos insetos presentes em cada evento, dessa forma foi possível avaliar o padrão de escolha dos indivíduos, a partir da quantidade insetos que tinha dentro dos copos de plásticos.

3.4 Análise estatística.

Todos os dados obtidos nos bioensaios com e sem chance de escolha foram submetidos a análise de variância (ANAVA) e, quando houver diferenças significativas pelo teste F, as médias serão comparadas pelo teste de Tukey a 5% no software R Studio (versão 2025.09.2), usando o pacote agricolae de De Mendiburu, (2023). Apenas os valores de tempo de multiplicação (*TM*) foram transformados por logaritmo natural antes da análise de variância, visando atender aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias, uma vez que *TM* apresenta distribuição assimétrica por ser inversamente proporcional à taxa instantânea de crescimento populacional. As médias foram posteriormente retransformadas para a escala original por antilogaritmo para fins de interpretação biológica.

4. Resultados

4.1 Teste sem chance de escolha

Houve efeito significativo dos genótipos de milho sobre a maioria das variáveis biológicas e de dano de *S. zeamais*, com exceção da razão sexual (Tabela 2). O número total de adultos diferiu significativamente entre os tratamentos ($F_{8,45} = 7,081$; $p < 0,0001$). A variedade comercial T-1503 apresentou a maior média (71,33 adultos) comparado a T-1680 que apresentou a menor (7,33 adultos), demais variedades apresentaram valores semelhantes não diferindo entre si (Tabela 2).

Os parâmetros de emergência diferiram significativamente entre os genótipos. O intervalo de emergência apresentou efeito significativo ($F_{8,45} = 6,607$; $p < 0,0001$), com maior valor em FS-533 (44,6) comparado ao Milho pipoca (27,4), demais variáveis

apresentaram valores semelhantes. O início da emergência também diferiu entre os tratamentos ($F_{8,45} = 3,361$; $p = 0,00422$) mais tardios (Milho pipoca e Cunha) e os mais precoces (FS-560 e T-1503), demais tratamentos não diferiram entre si. O final da emergência apresentou diferenças altamente significativas ($F_{8,45} = 6,607$; $p < 0,0001$) entre os tratamentos FS-533 (62,3 dias) e T-1680 (41,7 dias), demais tratamentos não diferiram entre si (Tabela 2).

O número médio de fêmeas diferiu significativamente entre os tratamentos ($F_{8,45} = 5,433$; $p < 0,0001$) T-1503 (39,83) e T-1680 (4,17), demais tratamentos não diferiram entre si. O número médio de machos emergida também apresentou efeito significativo entre os tratamentos ($F_{8,45} = 3,393$; $p = 0,00395$) T-1503 (23,76) e T-1680 com (2,86), demais tratamentos não diferiram entre si. A razão sexual não foi influenciada pelos tratamentos ($F_{8,45} = 0,909$; $p = 0,517$), indicando que os genótipos não alteraram a proporção de machos e fêmeas, embora as médias tenham variado de 0,51 (Morgan) a 0,72 (T-1680) (Tabela 2).

O período médio de desenvolvimento foi significativamente ($F_{8,45} = 3,435$; $p = 0,00364$) maior no milho Morgan (38,38 dias) em comparação as variedades T-1503 (30,70 dias) e T-1680 (31,52 dias), demais variedades não diferiram entre si (Tabela 3). Já o índice de susceptibilidade (IS) apresentou diferenças altamente significativas ($F_{8,45} = 13,71$; $p < 0,0001$). O IS foi menor em T-1680 (4,7) e maior em T-1503 (13,6), classificando-os, respectivamente, como mais resistente e mais suscetível. (Tabela 3).

O tempo de multiplicação (TM) também diferiu entre os genótipos ($F_{8,45} = 6,70$; $p < 0,0001$), com maior valor em T-1680 (87,7 dias) e menores valores observados para T-1503 (17,19 dias) e FS-533 (21,19 dias), os demais tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si. Resultado semelhante foi observado para a taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) ($F_{8,45} = 12,88$; $p < 0,0001$), com maiores valores em T-1503 (0,0473) e FS-533 (0,0370), e o menor em T-1680 (0,0077) (Tabela 3).

Tabela 2 - Médias ($\pm$ Erro padrão) do número de adultos, intervalo de emergência, início de emergência, final da emergência, número de fêmeas e machos, e razão sexual de *Sitophilus zeamais* em diferentes materiais de milho, no teste sem chance de escolha.

Variedades	Nº adultos	Intervalo emergência	Início da Emergência	Final da Emergência	Nº fêmeas (♂)	Nº machos (♀)	Razão Sexual
T-1680	7,3 $\pm$ 3,1 c	31,8 $\pm$ 3,3 bc	24,3 $\pm$ 1,4 abc	41,7 $\pm$ 7,7 b	4,2 $\pm$ 0,7 c	2,8 $\pm$ 3,1 c	0,72 $\pm$ 0,09 a
Cunha	15,5 $\pm$ 2,9 bc	33,0 $\pm$ 3,6 abc	25,3 $\pm$ 1,8 ab	56,00 $\pm$ 3,6 ab	7,3 $\pm$ 1,4 bc	7,7 $\pm$ 2,0 abc	0,51 $\pm$ 0,05 a
Milho pipoca	17,0 $\pm$ 3,4 bc	27,4 $\pm$ 0,4 c	28,0 $\pm$ 0,4 a	54,17 $\pm$ 1,1 ab	10,2 $\pm$ 2,0 bc	6,8 $\pm$ 3,5 bc	0,61 $\pm$ 0,08 a
Cateto	27,3 $\pm$ 7,8 bc	35,6 $\pm$ 2,5 abc	23,2 $\pm$ 0,6 bcd	56,34 $\pm$ 3,4 ab	16,3 $\pm$ 5,0 bc	10,7 $\pm$ 1,5 abc	0,59 $\pm$ 0,10 a
Morgan	33,8 $\pm$ 6,2 bc	40,6 $\pm$ 2,6 ab	21,3 $\pm$ 0,6 bcd	59,67 $\pm$ 3,0 ab	15,5 $\pm$ 3,7 bc	14,5 $\pm$ 3,6 abc	0,51 $\pm$ 0,04 a
Cacetinho	26,8 $\pm$ 3,8 bc	35,0 $\pm$ 3,8 abc	25,0 $\pm$ 1,1 abc	57,00 $\pm$ 4,4 ab	14,0 $\pm$ 1,7 bc	11,0 $\pm$ 1,9 abc	0,57 $\pm$ 0,03 a
FS-560	39,2 $\pm$ 9,5 abc	43,4 $\pm$ 0,6 ab	20,3 $\pm$ 0,2 d	60,34 $\pm$ 3,5 ab	18,3 $\pm$ 5,6 abc	15,3 $\pm$ 2,2 abc	0,53 $\pm$ 0,05 a
FS-533	51,0 $\pm$ 6,9 ab	44,6 $\pm$ 2,3 a	20,8 $\pm$ 0,4 cd	62,34 $\pm$ 4,0 a	28,8 $\pm$ 5,8 ab	19,5 $\pm$ 2,1 ab	0,59 $\pm$ 0,04 a
T-1503	71,7 $\pm$ 11,6 a	40,6 $\pm$ 3,0 ab	20,7 $\pm$ 0,5 d	59,34 $\pm$ 3,1 ab	39,8 $\pm$ 9,5 a	23,7 $\pm$ 3,1 a	0,64 $\pm$ 0,02 a

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 3 - Médias ($\pm$ Erro padrão) do período médio de desenvolvimento (PMD), índice de susceptibilidade (IS), tempo de multiplicação (TM) e a taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) de *Sitophilus zeamais* em diferentes materiais de milho, no teste sem chance de escolha.

Variedades	PMD (dias)	IS	TM (Dias)*	r_i	Classe
T-1680	31,5 $\pm$ 2,3 b	4,76 $\pm$ 0,98 d	87,7 $\pm$ 16,70 a	0,007 $\pm$ 0,002 d	Resistente
Cunha	37,5 $\pm$ 1,6 ab	6,79 $\pm$ 0,71 cd	54,9 $\pm$ 10,46 ab	0,013 $\pm$ 0,002 cd	Resistente
Milho pipoca	36,6 $\pm$ 1,4 ab	7,61 $\pm$ 0,68 cd	44,5 $\pm$ 8,47 abc	0,017 $\pm$ 0,002 cd	Intermediário
Cateto	34,0 $\pm$ 1,1 ab	8,80 $\pm$ 0,89 bc	35,2 $\pm$ 6,71 bcd	0,023 $\pm$ 0,004 bcd	Intermediário
Morgan	39,4 $\pm$ 1,2 a	8,73 $\pm$ 0,62 bc	30,7 $\pm$ 5,84 bcd	0,024 $\pm$ 0,003 bc	Intermediário
Cacetinho	35,9 $\pm$ 1,5 ab	9,04 $\pm$ 0,42 bc	30,5 $\pm$ 5,81 bcd	0,023 $\pm$ 0,002 bcd	Intermediário
FS-560	35,4 $\pm$ 2,2 ab	9,73 $\pm$ 0,68 bc	28,1 $\pm$ 5,35 bcd	0,026 $\pm$ 0,004 bc	Intermediário
FS-533	31,9 $\pm$ 1,4 ab	11,99 $\pm$ 0,72 ab	21,2 $\pm$ 4,03 cd	0,037 $\pm$ 0,004 ab	Suscetível
T-1503	30,7 $\pm$ 0,7 b	13,66 $\pm$ 0,52 a	17,2 $\pm$ 3,27 d	0,047 $\pm$ 0,004 a	Altamente suscetível

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). *Os valores de TM foram transformados por logaritmo natural para a análise estatística; médias e erros-padrão apresentados estão na escala original.

A perda de peso dos grãos diferiu significativamente entre os genótipos ($F_{8,45} = 10,47$; $p < 0,0001$), sendo os maiores valores observados em T-1503 (72,75%) e FS-533 (68,94%), enquanto os menores ocorreram em T-1680 (8,93%) e Milho pipoca (7,17%), demais tratamentos não diferiram entre si (Figura 2). A porcentagem de grãos atacados foi significativamente ($F_{8,45} = 11,76$; $p < 0,0001$) maior nos tratamentos T-1503 (78,95%), FS-533 (78,37%) e FS-560 quando comparada a T-1680 (7,28%) e Cateto (8,21%), demais tratamentos não diferiram estatisticamente entre si (Figura 2).

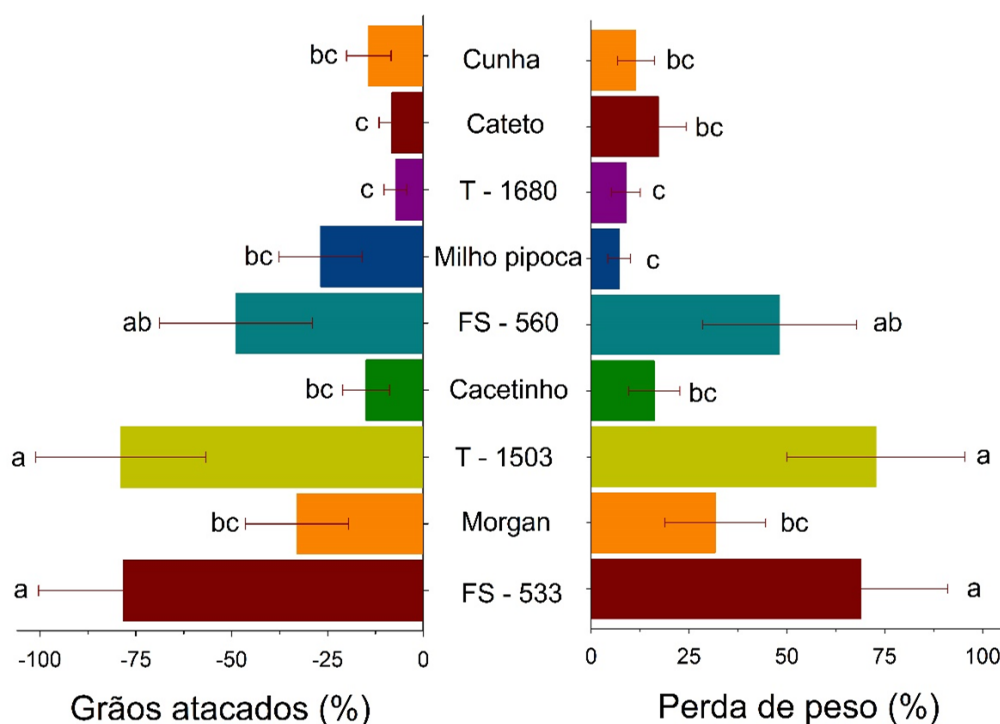


Figura 2. Número médio ($\pm$ EP) de grãos atacados (%) e perda de peso (%) de *Sitophilus zeamais* em diferentes materiais de milho, no teste sem chance de escolha. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,0001$).

4.2 Teste com chance de escolha

Houve diferença significativa entre os tratamentos para o teste de chance de escolha ($F_{8,45} = 3,617$, $p = 0,00253$), sendo que o tratamento FS-533 apresentou a maior média de escolha (29,18%) em comparação ao Cateto (2,85%), Morgan (0%) e T-1503 (%). Já os demais tratamentos (Cacetinho, Milho pipoca, FS-560, T-1680 e Cunha) apresentaram valores intermediários, não diferindo estatisticamente dos extremos (Figura 3).

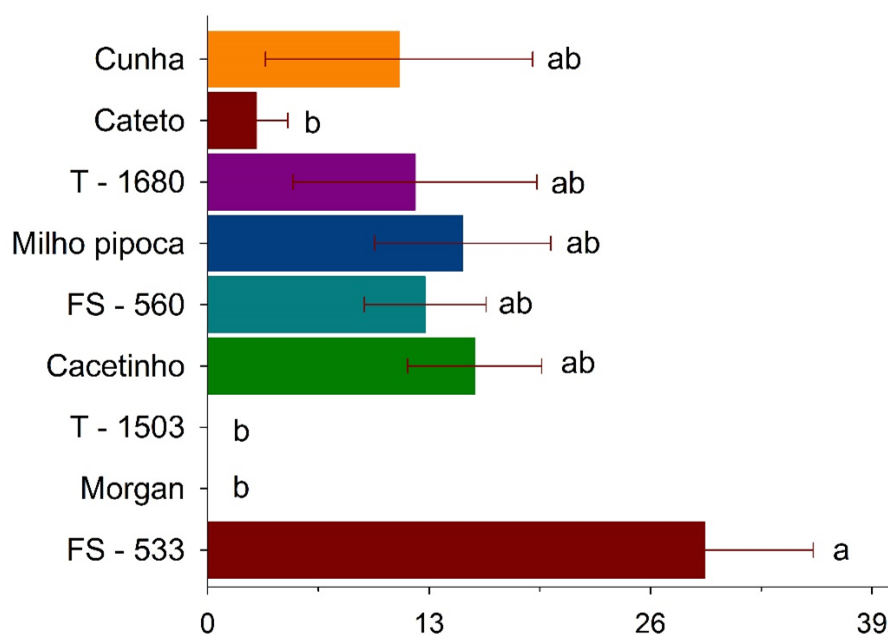


Figura 3. Número médio ($\pm$ EP) do comportamento (%) de *Sitophilus zeamais* em diferentes materiais de milho, no teste com chance de escolha. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,0001$).

5. Discussão

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam diferenças entre as variedades de milho quanto à suscetibilidade ao ataque de *S. zeamais*. De acordo com os resultados, o número total de adultos emergidos na variedade T-1503 apresentou a maior média (71,33 adultos) e T-1680 apresentou o menor valor (7,33 adultos) (Tabela 2). Por outro lado, o milho pipoca se destacou por apresentar o menor tempo (27,4 dias) de intervalo de emergência e o maior tempo para início da emergência (28,0 dias) em relação aos demais tratamentos (Tabela 2), evidenciado seu efeito de antibiose. Estudos anteriores indicam que a resistência do milho ao *S. zeamais* é refletida na taxa de emergência dos genótipos resistentes, já que as variedades resistentes apresentam uma progênie reduzida, enquanto os suscetíveis favorecem uma maior eclosão de adultos.

A variedade T-1680 apresentou a menor taxa de emergência e o menor tempo de desenvolvimento (Tabela 2), sugerindo a presença de mecanismo de defesa por antixenose como a presença de barreiras físicas e dureza do tegumento do grão, que podem ter influenciado negativamente na capacidade de oviposição e alimentação dos insetos, bem como, no ciclo biológico de *S. zeamais*. A resistência por antixenose pode provocar modificações parciais ou completas nos padrões de alimentação, abrigo e oviposição dos insetos (BASTOS et al., 2015),

sendo capaz de reduzir tanto a densidade populacional quanto o tempo de permanência de *S. zeamais* nos grãos.

A porcentagem de grãos atacados foi significativamente maior em T-1503 e FS-533, evidenciando que a alta emergência e crescimento populacional se traduzem em maior dano econômico, ao contrário do Milho pipoca e Cateto que tiveram baixas perdas (Figura 2), tendo uma resistência maior, que pode estar relacionada com a dureza do grão e composição nutricional. Nesse contexto, esperava-se que a variedade de Milho pipoca fosse a mais atacada, por ser considerada a mais suscetível ao ataque das pragas (PAES 2008).

O Índice de Suscetibilidade (IS) é calculado a partir da quantidade de insetos que emergem e da duração média do seu desenvolvimento após a infestação artificial dos grãos (Júnior et al., 2005), sendo considerado um excelente padrão para avaliar a resistência relativa de variedades de milho ao ataque de insetos-praga. De acordo com nossos resultados, o maior valor de IS foi observado para T-1503 (13,66) e o FS-533 (11,99), enquanto T-1680 apresentou o menor IS (4,76) (Tabela 3), indicando que o T-1503 por ser uma variedade semidentada é mais desejável pelos insetos, por possuir um grão macio, fato que facilita o ataque e a alimentação de *S. zeamais*.

O tempo de multiplicação (TM) também diferiu entre as variedades, sendo o maior valor foi observado em T-1680 (87,7 dias) e os menores para T-1503 (17,19 dias) e FS-533 (21,19 dias). Já os valores da taxa instantânea de crescimento (r_i) da população de *S. zeamais* foram maiores para as variedades T-1503 (0,0473) e FS-533 (0,0370), e o menor valor foi para T-1680 (0,0077), fato que pode ser atribuído a antibiose (Tabela 3).

A variedade de milho pipoca e a T-1680 apresentaram diferença significativas na perda de peso causada pelo ataque de *S. zeamais*. A menor perda de peso de massa de grãos foi observada para as variedades de Milho pipoca (7,17%) e T-1680 com (8,93%), por outro lado, a variedade de milho T-1503 apresentou a maior perda de peso (72,75), e consequentemente, a maior taxa de grãos atacados (78,95%) (Figura 2). Com base nesses parâmetros biológicos e nos valores de grãos atacados e perda de peso conclui-se que a T-1503 foi a variedade mais suscetível ao ataque de *S. zeamais*.

Com relação ao teste de chance de escolha, observou-se que *S. zeamais* apresentou preferência significativa pela variedade FS-533 (29,18%), curiosamente as variedades de milho com menor preferência foram a Cateto (2,85%), Morgan (0%) e T-1503 (0%) (Figura 3). Indicando que apesar de ser altamente suscetível ao ataque de *S. zeamais*, a variedade T-1503 não foi atrativa aos insetos em comparação as demais variedades avaliadas. Apesar das

variedades T-1680 e Cunha serem classificadas como resistentes (Tabela 3), nossos resultados indicam que a atratividade dessas variedades foi semelhante aos demais tratamentos avaliados, fato que comprova a existência de resistência por Antibiose. Além disso, a baixa taxa de emergência de insetos observada nessas variedades estão diretamente relacionadas à mortalidade das larvas, provocada pelo mecanismo de resistência por antibiose (NHAMUCHO et al., 2017; NGOM et al., 2021).

6. Conclusão

A variedade T-1503 destacou-se como sendo a mais suscetível, apresentando maiores valores de emergência total, IS, TM, r_i , perda de peso e porcentagem de grãos atacados. Em contraste, T-1680 apresentou os menores valores para a maioria das variáveis, caracterizando-se como a variedade mais resistente, o que pode ser atribuído a antibiose. No teste com chance de escolha o mais preferido pelos *S. zeamais* foi a variedade Fs-533.

7. Referências bibliográficas

- ANTUNES, Luidi Eric Guimarães; VIEBRANTZ, Priscila Correa; GOTTARDI, Roberto; DIONELLO, Rafael Gomes. **Características físico-químicas de grãos de milho atacados por *Sitophilus zeamais* durante o armazenamento**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 15, p. 615–620, 2011.
- BASTOS, C.S.; RIBEIRO, A.V.; SUINAGA, F.A.; BRITO, S.M.; OLIVEIRA, A.A.S.; BARBOSA, T.M.; SANTOS, P. de J. dos.; OLIVEIRA, D.V.V.; TEICHMANN, Y.S.K. **Resistência de plantas a insetos: contextualização e inserção no MIP**. In: VISOTTO, L.E.;
- BOIÇA JR, Arlindo L.; LARA, Fernando M.; GUIDI, Flávio P. **Resistência de genótipos de milho ao ataque de *Sitophilus zeamais* Mots.(Coleoptera: Curculionidae)**. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v. 26, p. 481-485, 1997.
- CAVALCANTE JUNIOR, C. A; **Desempenho do modelo AquaCrop/FAO® para cultivo do milho em Alagoas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 89p., 2019.
- CARNEIRO, A. A.; GUIMARÃES, C. T.; VALICENTE, F. H.; WAQUIL, J. M.; VASCONCELOS, M. J. V.; CARNEIRO, N. P.; MENDES, S. M. **Milho Bt: Teoria e Prática da Produção de Plantas Transgênicas Resistentes a Insetos-Praga**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009.
- CARNEIRO, Z. D. F. (2019). **Resistência de variedades de milho crioulo ao gorgulho-do-milho *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae)** (Master's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).
- CORREAS, D. R. **Control biológico del gorgojo *Sitophilus zeamais* en arroz almacenado**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agroambiental e Paisagística) - Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2020.
- CAMPANHA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab) (2022). **Produção nacional de grãos é estimada em 312,2 milhões de toneladas na safra 2022/23**. CTNBIO. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Resumo geral de plantas geneticamente modificadas aprovadas para comercialização**.
- DE MENDIBUM, F. (2023). **agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research (R package version 1.3-7)**. Retrieved from <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>
- DOS SANTOS, Juliana Cristina *et al.* **Toxicidade de inseticidas piretróides e organofosforados para populações brasileiras de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae)**. Bioscience Journal, v. 25, n. 6, p. 75–81, 2009.
- DOBIE, P. **The contribution of the Tropical Stored Products Centre to the study of insect resistance in stored maize**. Tropical Stored Products Information, 1977.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Descritores morfológicos de milho (*Zea mays* L.)**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 22 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). (2022). **Ciência e tecnologia tornaram o Brasil um dos maiores produtores mundiais de alimento**.

FERNADES, F.L.; CARVALHO FILHO, A.; LOPES, E.A.; AQUINO, L.A. de.; GOD, P.I.V.G.; RUAS, R.A.A.; SOUSA JUNIOR, J.M. de. (Eds). **Avanços tecnológicos aplicados à pesquisa na produção vegetal**. Viçosa: UFV, 2015. p.32-72.

FARONI, L.R.A. **Principais pragas de grãos armazenados**. In: ALMEIDA, F.A.C.; HARA, T.; CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. **Armazenamento de grãos e sementes nas propriedades rurais**. Campina Grande, PB: UFPB/SBEA, 1997. p.189-291.

FERNANDES, G. B. (2022). **Conservação dinâmica do milho crioulo por famílias agricultoras de Minas Gerais**, Brasil.Agrociencia Uruguay,26(NSPE3).

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C.2002. **Entomologia**. Piracicaba, FEALQ, 920p.

GOEDEL, A. D., FAITA, M. R., & POLTRONIERI, A. S. (2021). **Resistência varietal de milho doce crioulo a *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. Research, Society and Development,10(13).

GOTELLI, N. J. *A Primer of Ecology*. 4th ed. Sinauer Associates, Sunderland, MA, 2008.GUZZO, E.C.; ALVES, L.F.A.; ZANIN, A.; VENDRAMIN, J.D. **Identificação de materiais de milho resistentes ao ataque de gorgulho *Sitophilus zeamais* (Mots., 1855) (Coleoptera: Curculionidae)**. Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 69–73, 2002.

LORINI, I. **Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Embrapa trigo, Passo Fundo, RS, 2003. 81p.

KREBS, C. J. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. 6th ed. Benjamin Cummings, San Francisco, 2009.

MÔRO, G.V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Importância e usos do milho no Brasil**. In: GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. **Milho: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2ª edição, p. 9-24. 2017.

NOGUEIRA, L.; BOIÇA JÚNIOR. **Milho crioulo: resgate, manutenção, multiplicação e importância para a Resistência de Plantas a Insetos**. In: Tópicos em entomologia agrícola – VIII.(Org.). Jaboticabal- São Paulo: Maria de Lourdes Brandel-ME, p. 83-89, 2015.

NWOSU, L.C. **Chemical bases for maize grain resistance to infestation and damage by the maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky.** Journal of Stored Products Research, 69: 41-50, 2016.

NUNES, M. P., & Rizental, M. (2015). **Preferência alimentar de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) em variedades de milho transgênico.** CONNECTION LINE-REVISTA ELETRÔNICA DO UNIVAG, (12).

PHILLIPS, T. W.; THRONE, J. E. **Biorational approaches to managing stored-product insects.** Annual Review of Entomology, v. 55, p. 375–97, 2010.

RIBEIRO, L. P. **Bioprospecção de extratos vegetais e sua interação com protetores de grãos no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera; Curculionidae).** Dissertação (Mestrado)- Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.

SMITH, C.M. **Plant resistance to arthropods.** Dordrecht: Springer, 2005. 423p.

SMITH, C.N. **Insect colonization and mass production.** s.v., s.p., 1966.

STARK, J. D.; BANKS, J. E. **Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods.** Annual Review of Entomology, 48: 505–519, 2003.

TOSCANO, L.C.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; LARA, F.M.; WAQUIL, J.M. **Resistência e Mecanismos envolvidos em genótipos de milho em relação ao ataque do gorgulho, *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae).** Sociedade Entomológica do Brasil, 28: 141-146, 1999.

7. Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado força, sabedoria, proteção e ter iluminado meu caminho durante essa jornada acadêmica. Sem Sua presença nada disso seria possível, a ti senhor toda honra e toda glória seja dada.

A realização deste trabalho só foi possível graças ao apoio e incentivo de pessoas muito especiais em minha vida.

Agradeço aos meus pais Luciene Barbosa de Matos e Carlos Alberto Feitosa de Matos, que sobre muita chuva e sol fizeram com que eu chegasse aqui na sombra, agradeço imensamente pelo incentivo durante minha caminhada onde sempre estiveram ao meu lado, oferecendo amor, compreensão e força para que eu pudesse seguir em frente e nunca desistisse dos meus sonhos, esse diploma não é somente meu, ele é nosso.

Ao meu avô Emerito Barbosa (*in memoriam*), um exemplo de homem trabalhador, sei que se estivesse aqui, estaria orgulhoso.

Aos meus irmãos, José Carlos e Daniel Matos, pela amizade, companheirismo e palavras de incentivo me conforta ter vocês em minha vida, amo vocês.

Um agradecimento especial ao meu orientador, Nilson Rodrigues da Silva, pela dedicação, paciência e orientação ao longo de todo este processo. Sua contribuição foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho e para meu crescimento acadêmico, sempre me orientando para que tudo desse certo, obrigada pela confiança depositada em mim durante todos esses anos de graduação, minha eterna gratidão.

A Universidade Federal de Sergipe, Campus Sertão, e aos professores que contribuíram para minha formação, a COPS e CNPQ pelas oportunidades, meu muito obrigada.

Aos meus amigos de trabalho do Grupo rocha, os dias são mais leve ao lado de vocês.

A todos vocês, minha eterna gratidão.

Jó 22:28 “Tudo o que o você fizer dará certo e a luz brilhará no seu caminho”.