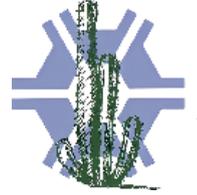




Universidade Federal de Sergipe
Campus do Sertão
Departamento de Engenharia Agrônômica do Sertão



JACKELINE DA SILVA MOREIRA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Sitophilus zeamais* (COLEOPTERA:
CURCULIONIDAE) EM PLANTIOS DE MILHO NO SERTÃO SERGIPANO**

Trabalho de Conclusão de Curso

Nossa Senhora da Glória/SE

Março de 2025

JACKELINE DA SILVA MOREIRA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Sitophilus zeamais* (COLEOPTERA:
CURCULIONIDAE) EM PLANTIOS DE MILHO NO SERTÃO SERGIPANO**

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

Orientador: Nilson Rodrigues da Silva

JACKELINE DA SILVA MOREIRA

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Sitophilus zeamais* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM PLANTIOS DE MILHO NO SERTÃO SERGIPANO

Este documento foi julgado adequado como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em: 27 / 03 / 2025

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **NILSON RODRIGUES DA SILVA**
Data: 10/04/2025 16:28:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Nilson Rodrigues da Silva, Doutor
Universidade Federal de Sergipe

Documento assinado digitalmente
 **GERSON ADRIANO SILVA**
Data: 11/04/2025 09:06:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Gerson Adriano Silva, Doutor
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Documento assinado digitalmente
 **FREDERICO ALBERTO DE OLIVEIRA**
Data: 15/04/2025 09:49:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Frederico Alberto de Oliveira, Doutor
Universidade Federal de Sergipe

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE SITOPHILUS ZEAMAIIS (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM PLANTIOS DE MILHO NO SERTÃO SERGIPANO

Resumo:

O gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae), é uma das principais pragas do milho durante as fases de maturação e armazenamento dos grãos, causando perdas de biomassa e qualidade. Para o manejo integrado desse inseto, é necessário conhecer sua distribuição espacial enquanto a cultura ainda está no campo. Assim, o objetivo desse trabalho foi determinar a distribuição espacial do *S. zeamais* em plantios de milho no sertão sergipano, através da análise geoestatística. O estudo foi realizado nas safras de 2022 e 2023 na cidade de Nossa Senhora da Glória, Sergipe. Para a realização desse estudo, foram coletadas espigas de milho em 86 pontos amostrais na lavoura do ano de 2022 e 100 pontos amostrais na lavoura de 2023, que foram acondicionadas em sacos plásticos e mantidas em laboratório. Após 20 dias de armazenamento, as espigas foram monitoradas e avaliadas para quantificar a emergência de adultos de *S. zeamais*. A distribuição espacial do inseto foi determinada através de análise geoestatística, utilizando semivariogramas e interpolação por krigagem nos programas GS+ e QGIS, respectivamente. Os resultados indicaram dependência espacial descrita pelo modelo exponencial, evidenciando padrão de distribuição agregada dos insetos nas áreas de estudo. Os resultados desse estudo, fornecem informações importantes para o desenvolvimento de estratégias de manejo mais eficientes e direcionadas para o controle dessa praga.

Palavras-chave: Distribuição espacial; Pragas de grão armazenado, *Sitophilus zeamais*; *Zea mays* L.

Abstract

The maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae), is one of the main pests affecting maize during the grain maturation and storage phases, leading to losses in biomass and quality. For integrated pest management, it is essential to understand the spatial distribution of this insect while the crop is still in the field. This study aimed to determine the spatial distribution of *S. zeamais* in maize fields in the semi-arid region of Sergipe, Brazil, using geostatistical analysis. The research was conducted during the 2022 and 2023 harvests in the municipality of Nossa Senhora da Glória, Sergipe. Maize ears were collected from 86 sampling points in the 2022 field and 100 sampling points in the 2023 field. Samples were stored in plastic bags and kept in the laboratory. After 20 days of storage, the ears were monitored and evaluated to quantify the emergence of adult *S. zeamais*. Spatial distribution was assessed using geostatistical analysis with semivariograms and kriging interpolation, performed in GS+ and QGIS software, respectively. Results indicated spatial dependence described by the exponential model, revealing an aggregated distribution pattern of the insects in the study areas. These findings provide important information for the development of more efficient and targeted pest management strategies.

Keywords: Spatial distribution; Stored grain pests; *Sitophilus zeamais*; *Zea mays* L.

Índice

Abstract	vi
1. Introdução	8
2. Objetivos.....	10
2.1 Objetivo geral	10
2.2 Objetivos específicos	10
3. Metodologia.....	11
3.1 Descrição do local	11
3.2 Avaliação e coleta dos dados	11
4. Resultados e discussão.....	13
5. Conclusões	18
6. Referências bibliográficas	19
7. Agradecimentos.....	22

1. Introdução

O milho (*Zea mays* L.), pertencente à família Poaceae, é uma das espécies de plantas mais importantes comercialmente no mundo. Sua importância econômica está relacionada principalmente de sua utilização na alimentação humana e animal, especialmente para pequenos agricultores, que dependem do cultivo do cereal para sua subsistência (EMBRAPA, 2021). No Brasil, o milho é cultivado em todas as regiões, alcançando até três safras por ano, considerando as regiões Nordeste e Norte do país (Kist et al., 2023), o que o torna uma commodity agrícola de destaque.

Na safra 23/24, o milho no Brasil registrou resultados negativos em comparação com a safra anterior, devido a condições climáticas desfavoráveis e à incidência de pragas e doenças. A produção total dessa safra superou 115 milhões de toneladas, em uma área de 21.058,5 milhões de hectares, resultando em uma produtividade média de 5.495 kg por hectare (CONAB, 2023). Em Sergipe, na safra 23/24, o estado alcançou um rendimento médio de 5.078 kg/ha e uma produção de 932,3 mil toneladas, ocupando a quarta posição entre os maiores produtores de milho do Nordeste (CONAB, 2023). Nesse contexto, os fatores climáticos e fitossanitários, especialmente os causados por insetos-praga, representam uma ameaça significativa à produtividade, principalmente na fase de maturação do grão (Magalhães *et al.*, 2002) e pós-colheita.

O gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) é uma praga primária interna que ataca os grãos, causando perdas quantitativas significativas na produção (Picanço, 2010). Os adultos deste inseto medem cerca de 3 mm de comprimento, apresentam coloração castanho-escura com manchas avermelhadas nas asas anteriores, e cabeça projetada à frente, com rostró curvado. Nessa espécie, os machos têm o rostró mais curto e grosso, enquanto as fêmeas apresentam o rostró mais longo e afilado. O ciclo de vida do ovo até a emergência do adulto é de 34 dias, com longevidade média das fêmeas 140 dias e oviposição por cerca de 104 dias, com média de 282 ovos por fêmea (Lorini e Schneider, 1994). O ataque de *S. zeamais* reduz o valor nutricional do grão e aumenta a suscetibilidade a infecções fúngicas, afetando as transações comerciais conforme as normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil (Gloria e Domingues, 2015).

Embora o controle químico com inseticidas sintéticos e fumegantes seja amplamente utilizado (Scopel et al., 2018), o surgimento de resistência em *S. zeamais* tem diminuído a eficácia desse método. Assim, um monitoramento eficiente tem se tornado essencial para a implementação dos métodos de controle (Lorini et al., 2015). O monitoramento dos insetos é fundamentado na coleta e interpretação dos dados, os quais estimam a densidade populacional e a distribuição dos insetos-praga. Além disso, o monitoramento tem uma importância prática nos ecossistemas

agrícolas, pois fornece informações práticas sobre a abundância dos insetos, que auxiliam na tomada de decisão (Petrovskii et al., 2014).

A geoestatística, que é o estudo de variáveis regionalizadas, ou seja, fenômenos que apresentam correlação espacial entre si, tem sido uma ferramenta amplamente utilizada para estudar o comportamento e a distribuição espacial de insetos-pragas (Dionisio et al., 2015), incluindo o *S. zeamais*. Utilizando a análise geoestatística através da semivariância, é possível obter informações sobre a localização geográfica dos insetos, permitindo prever sua propagação no cultivo, o que otimizar os esforços de controle (Martins et al., 2018).

Vários estudos de distribuição espacial de insetos têm sido realizados em diversos biomas, como a Mata Atlântica (Silva, 2013), Cerrado (Dionisio et al., 2015) e outros. No entanto, estudos no Bioma Caatinga são escassos. O bioma Caatinga é caracterizado por condições ambientais extremas, como altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e precipitações pluviométricas reduzidas, fatores que influenciam a ocorrência e a caracterização das espécies na região (Embrapa, 2021). Dentre esses fatores, a temperatura é um dos que mais interferem no desenvolvimento da população de insetos, uma vez que esses organismos não possuem um sistema de termo regulação (Rodrigues, 2004).

Diante desses fatores limitantes e da escassez de informações sobre a distribuição de insetos no Semiárido, torna-se relevante investigar a presença e o comportamento dessas espécies na região. Assim, este trabalho tem como objetivo determinar a distribuição espacial de *Sitophilus zeamais* em plantios de milho no sertão sergipano, através da análise geoestatística. Fato que será importante para a compreensão da distribuição da praga no campo para assim permitir o direcionamento das estratégias de manejo integrado de pragas.

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

Determinar a distribuição espacial do *S. zeamais* em plantios de milho no sertão de Sergipe, utilizando a análise geoestatística.

2.2 Objetivos específicos

- a) Caracterizar a distribuição espacial das populações de *S. zeamais* utilizando a geoestatística;
- b) Identificar padrões de agregação e áreas de maior densidade populacional.

3. Metodologia

3.1 Descrição do local

O estudo da distribuição espacial do *S. zeamais* foi realizado no município de Nossa Senhora da Glória, SE, em um cultivo comercial de milho transgênico cultivado com o híbrido o K 9606 VIP 3, da empresa KWS sementes (KWS SAAT SE & Co. KGaA), de ciclo precoce. A propriedade está situada a 191 metros de altitude, com as seguintes coordenadas geográficas: Posição geográfica SE: 10°; BR: 5570°; Latitude: 10° 13' 0" Sul, Longitude: 37° 25' 27" Oeste. O município é classificado como clima do tipo As (clima tropical quente e úmido, com verão muito quente e seco) (Alvares et al., 2013).

A temperatura média anual varia entre 23 °C a 29 °C, apresentando baixa amplitude térmica, umidade relativa do ar (UR%) mínima média de 56,5% e máxima média de 68,2%, com pluviosidade média anual variando entre 400 a 700 mm.

3.2 Avaliação e coleta dos dados

As avaliações foram realizadas na safra do ano de 2022 e 2023, no final do ciclo fenológico da cultura, coincidindo com o momento da colheita das espigas de milho.

As espigas de milho foram coletadas usando o caminhamento em pontos uniformemente distribuídos na lavoura. O gride experimental foi composto por 10 pontos amostrais em cada linha de plantio (com 8 metros de distância entre pontos) e 10 pontos amostrais entre as entrelinhas de plantio (com 10 metros de distância entre pontos). No total, foram avaliados 86 pontos amostrais na área de 2022 e 100 pontos amostrais na lavoura de 2023. As colheitas no campo foram realizadas quando as espigas atingiram o estágio de maturação, sendo que, em cada ponto, foram coletadas apenas as espigas presente em uma única planta. No campo, as espigas colhidas foram acondicionadas em sacos plásticos (50 x 60 cm) devidamente identificados e, posteriormente, enviados para o laboratório.

Em laboratório, as espigas foram mantidas em sacos plásticos fechados em condições de temperatura controlada (25 ± 3 °C). Após 20 dias de armazenamento, as espigas foram monitoradas para observar a emergência de adultos de *S. zeamais*. Para a avaliação das espigas de milho, foram contabilizados o número de fileiras, o número de grãos, o número de óvulos e o número de fileiras com óvulos em cada espiga. Em seguida, as espigas foram debulhadas, contabilizou-se o número de grãos atacados e realizou-se a pesagem dos grãos sadios e dos grãos atacados.

3.3 Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos a análise geostatística utilizando semivariogramas. Após determinar o grau de dependência espacial do *S. zeamais*, foi utilizado a interpolação por *krigagem* para construção de mapas. A determinação do semivariograma é processo muito importante na análise geostatística (Silva et al., 2011). A *krigagem* destaca-se para a confecção de mapas pois considera a variabilidade espacial dos dados (Landim, 2006).

Os semivariogramas foram obtidos no programa GS+, utilizando a seguinte fórmula:

$$\gamma * (h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

onde, $\gamma(h)$ é a semivariância; $N(h)$ é o número de pares de observação $[Z(i); Z(x_i + h)]$ separados pela distância h .

Outros parâmetros calculados foram C_0 ; $C_0 + C$ e a , em que, C_0 é o efeito pepita (*nugget effect*); $C_0 + C$ é o patamar (*sill*); a é o alcance (*range*). O efeito pepita ou semivariância mínima é o erro, que pode ser atribuído a erros na medição ou dados não foram coletados suficientemente a pequenas distâncias para captar a variabilidade real do fenômeno. O patamar ou semivariância máxima é valor do semivariograma correspondente ao seu alcance, significa que a partir de determinado valor o variograma se estabiliza e deste ponto em diante não existe mais dependência espacial entre as amostras estudadas. O alcance representa a distância máxima onde as amostras apresentam uma correlação espacial (Landim, 2006).

Os mapas de Krigagem foram elaborados no QGIS, utilizando o método de Ponderação pelo Inverso da Distância (IDW). A princípio, as coordenadas geográficas (latitude e longitude) e os valores de infestação e produtividade foram organizados e convertidos para um formato compatível com o QGIS (CSV, separado por vírgula). Em seguida, os dados coletados foram transformados em um shapefile, para possibilitar a aplicação da interpolação espacial.

A interpolação IDW pondera os pontos amostrais conhecidos durante a interpolação para estimar a influência de um ponto em relação a outro desconhecido. Pontos mais próximos exercem maior influência sobre o valor estimado, enquanto pontos mais distantes sofrem pouca influência (QGIS 2024).

A dependência espacial foi classificada utilizando a metodologia descrita por Cambardella *et al.*, (1994), que considera forte dependência espacial, quando o semivariograma tem o valor do efeito pepita menor que 25% do patamar, moderada dependência, quando o valor estiver entre 25 e 75%, e de fraca dependência, quando esse valor for maior que 75%.

As perdas de rendimento nas lavouras de milho foram avaliadas por meio do cálculo das médias das perdas totais e das perdas ocasionadas pelo *S. zeamais*. Os dados foram comparados utilizando o teste t, considerando-se um nível de significância de 5% ($P < 0,05$).

4. Resultados e discussão

Nas áreas amostrais, foram encontrados 305 e 717 insetos de *S. zeamais*, nas lavouras de milho de 2022 e 2023, respectivamente. A partir das coletas dos dados de infestação de *S. zeamais* em ambas as lavouras, foram determinados os semivariogramas e os mapas de krigagem que permitiram visualizar a distribuição espacial do inseto nas lavouras. No estudo de variáveis regionalizadas o semivariograma e a krigagem são duas ferramentas importantes na geoestatística. O semivariograma mostra o grau de dependência espacial entre as amostras e a krigagem estima os valores amostrados para construção de mapas (Landim, 2006).

A distribuição espacial do *S. zeamais* nas lavouras de milho 01 e 02 ocorreu de forma agregada. O modelo exponencial apresentou o melhor ajuste aos semivariogramas para as lavouras 01 (Tabela 01) e 02 (Tabela 01). Na lavoura 01, verificou-se a dependência espacial do *S. zeamais*, com agregação em um raio de até 81,6 m (Tabela 01). Na lavoura 02, também foi observada dependência espacial da praga, com agregação em um raio de até 75,6 (Tabela 01). No entanto, as reboleiras na lavoura 02 foram menores e mais espalhadas na área, quando comparada com a lavoura 01. Distribuição semelhante foi observada nos estudos realizados por Silva (2013) e Dionisio *et al.*, (2016) para o *S. zeamais* em lavoura de milho Bt e não-Bt e em unidades de beneficiamento de grãos, respectivamente.

Nos mapas, também foi possível notar que o padrão de distribuição agregado dos carunchos no milho foi semelhante nas duas lavouras analisadas (Figura 1 e 2), ocorrendo manchas com altas infestações que diminuem gradativamente ao longo da lavoura. A distribuição de forma agregada do *S. zeamais* pode estar relacionado a comunicação através de feromônios que são produzidos pelos insetos para desempenhar suas funções vitais. Além disso, ocorre sinergismo entre os voláteis das plantas hospedeira com o feromônio provocando um efeito positivo no comportamento do inseto aumentando assim o encontro com os parceiros sexuais para a seleção

de plantas hospedeiras, acasalamento e oviposição (Siddhartha *et al.*, 2020). De acordo com Moreira *et al.*, (2005), em pragas de produtos armazenados são mais frequentes a presença de feromônios sexuais e de agregação.

O alcance, em estudos geoestatísticos usando semivariogramas indicam a distância em que há dependência espacial da densidade de população de insetos pragas na cultura (Rosado *et al.*, 2015). De acordo com Silva *et al.*, (2011), o alcance possibilita a elaboração de métodos de amostragem, os quais podem ser utilizados para determinar a distância ideal entre os pontos de coleta. Já o coeficiente de determinação (R^2) indica a qualidade do ajuste do modelo de semivariogramas. Valores próximos de 1 (um) indicam bom ajuste do modelo (Silva *et al.*, 2011). Nesse trabalho, esse coeficiente de determinação variou de 0,43 a 0,75, indicando um bom ajuste do modelo.

Tabela 01. Validação cruzada pelo método da krigagem dos valores observados e estimados pelo modelo exponencial (Exp.) de injúria de adultos do *Sitophilus zeamais* em espigas de milho transgênico (k 9606 VIP3).

Lav.	Espécie	Modelo	C0	C0 + C	A (m)	R ²	RSS
01	<i>S. zeamais</i>	Exp.	0,71166	2,95276	81,6	0,75	0,0604
02	<i>S. zeamais</i>	Exp.	0,49701	4,497	75,6	0,431	0,213

Modelo exponencial ajustado com os seguintes parâmetros: (C₀) efeito pepita; (C₀ + C) patamar; (A) alcance; (R²) coeficiente de determinação; e (RSS) Soma dos quadrados dos resíduos.

Nas figuras 1 e 2, observa-se que as áreas com maior índice de infestação de *S. zeamais* são registradas nos mapas pela coloração vermelha intensa. Na lavoura 01 houve uma menor distribuição dos gorgulhos na área, ocorrendo manchas com altas infestações somente na extremidade da lavoura (Figura 1). Por outro lado, houve uma maior distribuição de *S. zeamais* por toda a área na lavoura 02, com altas infestações na borda da lavoura (Figura 2).

Na lavoura 01 e 02, a dependência espacial foi classificada como forte, pois os valores do efeito pepita foi inferior a 25% do valor do patamar (Cambardella *et al.*, 1994). Essa variação do efeito pepita é atribuído a erros na medição ou pela densidade de amostragem serem insuficientes para estudar a dependência espacial (Souza, 2011).

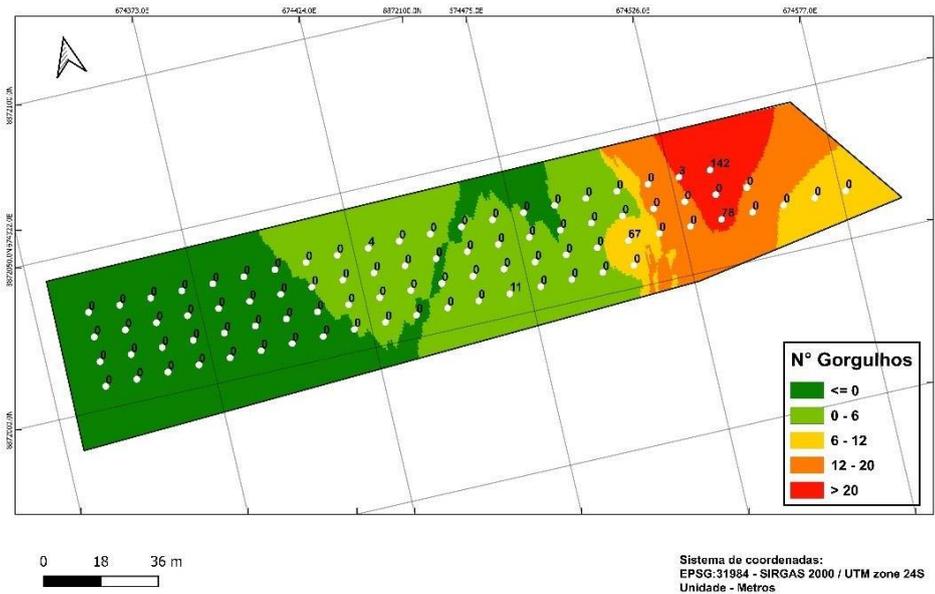


Figura 01- Mapa de krigagem da distribuição espacial de *S. zeamais* da lavoura de milho 01, em Nossa Senhora da Glória- SE, no ano de 2022.

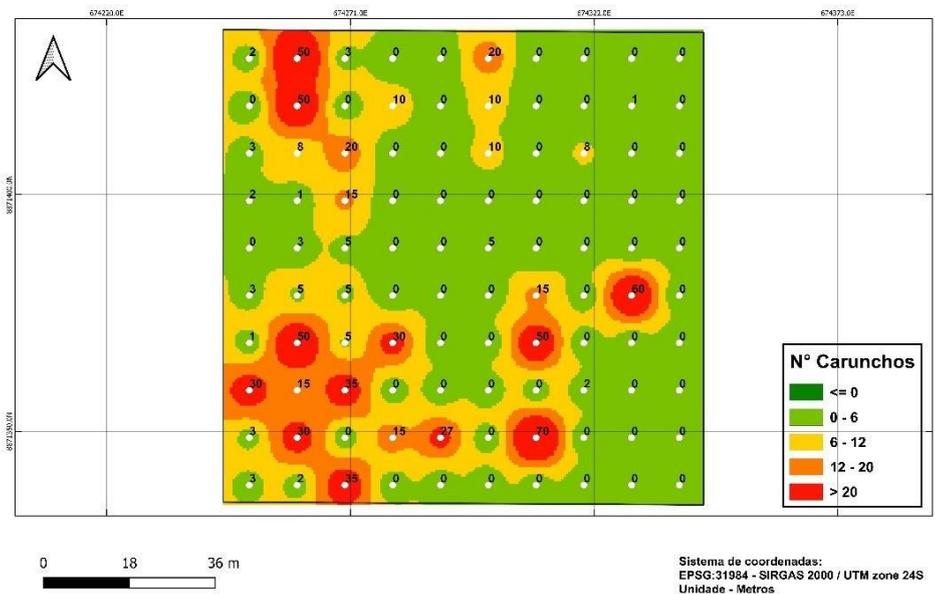


Figura 02- Mapa de krigagem da distribuição espacial de *S. zeamais* da lavoura 02 de milho, em Nossa Senhora da Glória- SE, no ano de 2023.

O padrão de infestação nas bordas das lavouras observado nas lavouras 01 e 02 (Figuras 1 e 2) pode estar relacionado com o deslocamento do *S. zeamais* e à sua dispersão pelo vento para essas lavouras. Visto que, o plantio de milho dentro da propriedade é composto por vários talhões que apresentam grande variação nas condições de relevos, posição geográfica, velocidade de

ventos, fertilidade de solo, idade e arquitetura de planta, fato que contribui diretamente para a manutenção e dispersão de *S. zeamais* entre as área e linha de plantio. Também é importante destacar, que as áreas das lavouras 01 e 02 estavam localizadas próximo às estradas que cortam interna ou externamente a propriedade, fato que contribui para a dispersão e aumento das infestações na área. Além disso, as pragas de grão armazenado possuem alta capacidade de deslocamento entre as lavouras (Silva, 2013), fato que pode ter contribuído para o aumento da ocorrência da praga no campo.

Segundo Botton *et al.* (2005), *S. zeamais* apresenta infestação cruzada, devido a capacidade desses insetos de se deslocarem da unidade de armazenamento para o campo a procura de grãos para infestação. Neste contexto, a proximidade da lavoura 02 com os currais de criação de animais pode ter contribuído com a infestação, uma vez que o resto dos grãos utilizados na alimentação dos animais nesses locais favorecem a proliferação do inseto e posterior migração para as lavouras.

O ataque de pragas (*S. zeamais*, *Spodoptera frugiperda* e fungos) resultou em perdas totais de 6,7% e 10,6% nas lavouras 01 e 02, respectivamente (Figura 3A). No entanto, essa diferença não foi estatisticamente significativa ($F_{1, 164} = 0,870$, $p = 0,3527$). Particularmente, o *S. zeamais* causou perdas de 3,6% na lavoura 01 e 9,9% na lavoura 02 (Figura 3B). Ainda assim, não houve diferença estatisticamente significativa entre as perdas totais e aquelas atribuídas ao *S. zeamais* na lavoura 01 ($F_{1, 164} = 0,820$, $p = 0,3678$) nem na lavoura 02 ($F_{1, 201} = 0,001$, $p = 0,9802$), conforme apresentado na Figura 3B. Esses resultados destacam a importância de *S. zeamais* como inseto praga na cultura do milho, especialmente na lavoura 02, onde mais de 90% dos danos foram causados por esse inseto praga.

Embora os resultados estatísticos não tenham indicado diferenças significativas, é importante considerar que fatores biológicos podem ter influenciado a infestação e as perdas observadas. Estudos realizados por Demissie *et al.*, (2008) e Makate (2010) relatam que o grau de infestação no campo por *S. zeamais* é determinado principalmente pela integridade da casca que cobre a espiga. Nesse sentido, a maior infestação e as perdas mais elevadas na lavoura 02 podem estar relacionadas aos danos na cobertura da palha causados por outras pragas, como *S. frugiperda*. Esse fator pode ter favorecido a penetração e o desenvolvimento do *S. zeamais*, justificando tanto as maiores perdas totais quanto aquelas especificamente atribuídas a essa praga na lavoura 02.

Dessa forma, embora o *S. zeamais* não tenha provocado um impacto significativo sobre a produtividade do milho a campo, uma vez que, são pragas de milho em pós-colheita, sua presença ainda merece atenção. Visto que, a rápida detecção da infestação por *S. zeamais* nos grãos é importante para atenuar as perdas de massa e qualidade do grão (Carvalho *et al.*, 2019). Além

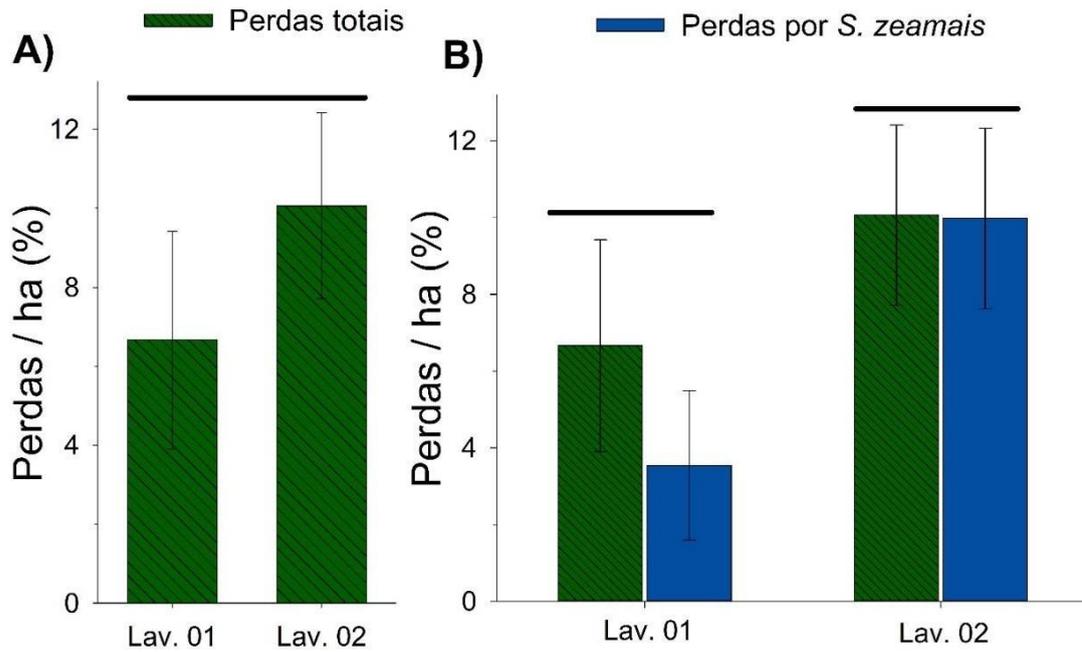


Figura 3. Médias (\pm EP) de (A) perdas totais de rendimento e (B) perdas de rendimento causadas por *S. zeamais* nas lavouras 01 e 02. Linha representa uma diferença significativa entre médias de perdas nas lavouras de milho pelo teste t ($P < 0,05$).

disso, durante o ciclo fenológico da cultura do milho, a interação entre genótipo, com o fenótipo e a variabilidade dos fatores bióticos e abióticos influencia significativamente na produtividade da cultura (Souza e Barbosa, 2015). Nesse sentido, a infestação do gorgulho do milho no estágio de maturação do grão pode contribuir para o estresse da planta, provocando redução da produtividade e qualidade dos grãos. Desse modo, a compreensão desses fatores é essencial para o manejo eficiente da cultura e para a adoção de estratégias que minimizem as perdas ao longo do ciclo produtivo.

5. Conclusões

A distribuição espacial do *Sitophilus zeamais* em plantios de milho no sertão sergipano ocorrem de forma agregada, com dependência espacial forte, descrita pelo modelo exponencial.

A infestação de *S. zeamais* se dá inicialmente nas bordas do plantio, com posterior disseminação para toda a área.

O ataque do *S.zeamais*, combinado com outros fatores de estresse influência na produtividade do milho.

6. Referências bibliográficas

- ALVARES, C. A. et al. Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BOTTON, M. et al. O gorgulho do milho *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) como praga em frutíferas de clima temperado. 2005.
- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; NOVAK, J. M.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 58, n. 6, p. 1501-1511, 1994.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: grãos. 12º levantamento-safra 2023/2024. Brasília: CONAB, 2024. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 22 jan. 2024.
- DEMISSIE, G.; TEFERA, T.; TADESSE, A. Importance of husk covering on field infestation of maize by *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera: Curculionidea) at Bako, Western Ethiopia. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 20, 2008.
- DE SÁ, A. C. O.; CARVALHO, M. E. S. Patrimônio hidrológico do alto sertão sergipano, Brasil. **Revista Homem, Espaço e Tempo**, v. 14, n. 1, p. 128-144, 2020.
- DE SOUZA, Z. M.; DE SOUZA, G. S. Número de amostras e seus efeitos na análise geoestatística e krigagem de atributos do solo. 2011.
- DIONISIO, L. F. S. et al. Distribuição espacial de *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae) em plantio de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq) em Roraima. 2015.
- EMBRAPA. Importância socioeconômica. In: Agência de Informação Tecnológica – Milho. Brasília: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica>. Acesso em: 22 mar. 2024.
- GLORIA, E. M. da; DOMINGUES, M. A. C. Qualidade do milho é classificada por padrões oficiais, de acordo com uso. **Visão Agrícola**, v. 13, p. 132-134, 2015. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/edicoes/milho>. Acesso em: 23 mar. 2024.
- KIST, B. B. et al. Anuário Brasileiro do Milho 2023. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2023.
- LANDIM, P. M. B. Sobre geoestatística e mapas. **Terra e Didática**, v. 2, n. 1, p. 19-33, 2006.
- LORINI, I.; SCHNEIDER, S. Pragas de grãos armazenados: resultados de pesquisa. Passo Fundo: EMBRAPA-CNTTP, 1994. 47 p.
- LORINI, I. et al. Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas. Brasília, DF: Embrapa, 2015.
- MAGALHÃES, P. C. et al. Fisiologia do milho. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. (Circular Técnica, 22). ISSN 1679-1150.

MAKATE, N. The susceptibility of different maize varieties to post-harvest infestation by *Sitophilus zeamais* (MOTSCH) (Coleoptera: Cuculionidae). 2010.

MARTINS, J. C. et al. Assessing the spatial distribution of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) eggs in open-field tomato cultivation through geostatistical analysis. **Pest Management Science**, v. 74, n. 1, p. 30-36, 2018.

MOREIRA DE CARVALHO, M. L. et al. The compared efficiency of the traditional method, radiography without contrast and radiography with contrast in the determination of infestation by weevil (*Sitophilus zeamais*) in maize seeds. **Insects**, v. 10, n. 6, p. 156, 2019.

MOREIRA, M. A. B.; ZARBIN, P. H. G.; CORACINI, M. D. A. Feromônios associados aos coleópteros-praga de produtos armazenados. **Química Nova**, v. 28, p. 472-477, 2005.

PETROVSKII, S.; PETROVSKAYA, N.; BEARUP, D. Multiscale approach to pest insect monitoring: random walks, pattern formation, synchronization, and networks. **Physics of Life Reviews**, v. 11, n. 3, p. 467-525, 2014.

PICANÇO, M. C.; GONRING, A. H. R.; OLIVEIRA, I. R. de. *Manejo integrado de pragas*. Viçosa, MG: UFV, 2010.

QGIS. Introdução ao SIG – Interpolação Espacial. 2024. Disponível em: https://docs.qgis.org/3.40/pt_BR/docs/docs/gentle_gis_introduction/spatial_analysis_interpolation.htm. Acesso em: 22 jan. 2025.

RODRIGUES, W. C. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. **Info Insetos**, v. 1, n. 4, p. 1-4, 2004.

ROSADO, J. F.; PICANÇO, M. C.; SARMENTO, R. A.; PEREIRA, R. M.; PEDRO-NETO, M.; GALDINO, T. V. S.; SOUSA SARAIVA, A.; ERASMO, E. A. L. Geostatistics as a tool to study mite dispersion in physic nut plantations. **Bulletin of entomological research**, v. 105, n. 4, p. 381-389, 2015.

SIDDHARTHA, K.; CHINNIAH, C.; SHANTHI, M. Impact of host plant on the pheromonal response of phytophagous insects. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 8, p. 1888-1892, 2020.

SILVA, A. G. et al. Análise espacial da mosca-negra em sistema agroflorestal de citros. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 3, p. 350-358, 2015.

SILVA, G. A. Fatores de perdas de produtividade e distribuição espacial de pragas em milho Bt Cry1AB. 2013.

SCOPEL, W. et al. Bioatividade de macerados de *Anthemis sp.*, *Coriandrum sativum* e *Piper nigrum* contra *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Evidência - Ciência e Biotecnologia**, v. 18, n. 1, p. 95-109, 28 jun. 2018.

SOUZA, G. M.; BARBOSA, A. M. Fatores de estresse no milho são diversos e exigem monitoramento constante. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 13, p. 30-34, 2015. Disponível em: https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Fisiologia-artigo3.pdf. Acesso em: 22 jan. 2025.

7. Agradecimentos

"Não fui eu que lhe ordenei? Seja forte e corajoso! Não te apavores nem desanimes, pois o Senhor, o Teu Deus, estará contigo por onde quer que andares". (Josué 1:9).

Durante toda minha caminhada na graduação, esse versículo da bíblia me deu forças para continuar a cada dia, principalmente estando a 1.314,2 km de distância de casa e da minha família (Nossa Senhora da Glória - SE para Alto Parnaíba - MA).

Sou imensamente grata a Deus, pela oportunidade que me concedeu e pela sua presença real na minha vida. Ir ao seu encontro nas terças-feiras e domingos, na igreja da promessa, na paróquia de N. Sra. Aparecida e São José Esposo, foi uma forma que encontrei para cuidar de mim e, ao mesmo tempo, da minha família.

“Não temas, porque eu sou contigo; não te assombres, porque eu sou teu Deus; eu te esforço, e te ajudo, e te sustento com a destra da minha justiça.” (Isaías 41:10).

Agradeço à minha mãe, Alaisa, ao meu pai, Moreira, e aos meus irmãos Gustavo, Júlia, Janaina, Monalisa e Gabriel, em memória, pelo amor e apoio em cada passo da minha jornada. Deixar vocês e ir para longe não foi fácil, mas cada esforço vale a pena, porque tudo que faço é por vocês e para vocês.

Às minhas avós Jonite e Nilza, em memória, agradeço especialmente por me ensinarem a caminhar na fé e por me ensinarem a me tornar essa mulher forte e independente que sou hoje.

A toda minha família, tanto por parte de mãe quanto de pai, sou imensamente grata, pois, de alguma forma, se tornaram presentes em minha vida e me ajudaram em tudo o que eu precisei. Sem vocês, teria sido mais difícil.

Expresso minha gratidão ao meu professor e orientador de iniciação científica, estágio e TCC, Nilson Rodrigues da Silva, pelas oportunidades, por todo o conhecimento que compartilhou e pela paciência com que me orientou. Muito obrigada, por ser um professor tão inspirador.

Aos professores da Universidade Federal de Sergipe - Campus do Sertão, por todos os ensinamentos, dedicação e experiências inesquecíveis. Obrigada por me ajudarem a crescer não apenas como aluna, mas também como pessoa.

A toda a minha turma 2020.1, foi uma honra fazer parte dessa jornada ao lado de vocês. Ver todos chegando à reta final é muito gratificante, desejo sucesso a todos.

Agradeço especialmente aos amigos que fiz durante a graduação, Raiane Costa, Henrique Rocha, Marquinhos Santos, Antony Lima, Hemili Santana, Lucas Almeida, Thiago Tavares, Débora Coutinho, Chayane Santos e Maria Cláudia. Foi uma jornada cheia de desafios, risadas,

conversas intermináveis e, acima de tudo, muito companheirismo, muito obrigada pelo acolhimento e carinho.

Aos meus amigos que tive a felicidade de conhecer na reta final dessa jornada, Joyce Lopes, Jackelyne Panta, Matheus Emmanuel, Michel Figueiredo, João Pedro, Hemesson Santos, Nicolas Nery, Jisleide Matos, David Patrick, Conceição Góes e Wallison Vieira, vocês tornaram tudo mais leve e especial.

Ao fim desta longa caminhada, posso finalmente dizer: consegui! A partir de hoje, com muito orgulho, sou a agrônoma Jackeline da Silva Moreira.

"Porque dele, e por ele, e para ele são todas as coisas. Glória, pois, a ele eternamente. Amém!" (Romanos 11:36)