



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

KAYO HEBERTH DE BRITO REIS

**DETERMINAÇÃO DA DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DE *Dalbulus Maidis* EM
LAVOURA COMERCIAL DE MILHO TRANSGÊNICO**

Gurupi, TO

2022

Kayo Heberth De Brito Reis

Determinação da dinâmica espaço-temporal de *Dalbulus Maidis* em lavoura comercial de milho transgênico

Monografia apresentada à Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Gurupi para obtenção do título de bacharel em Agronomia sob orientação do professor Dr. Renato de Almeida Sarmiento.

Gurupi, TO

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

R375d Reis, Kayo Heberth de Brito.

Determinação da dinâmica espaço-temporal de *Dalbulus Maidis* em lavoura comercial de milho transgênico. / Kayo Heberth de Brito Reis. – Gurupi, TO, 2022.

24 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Agronomia, 2022.

Orientador: Renato de Almeida Sarmiento

1. Manejo Integrado de Pragas. 2. *Dalbulus maidis*. 3. Geoestatística. 4. Distribuição espacial. I. Título

CDD 630

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Kayo Heberth de Brito Reis

Determinação da dinâmica espaço-temporal de *Dalbulus Maidis* em lavoura comercial de milho transgênico

Monografia apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, Curso de Agronomia foi avaliado para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo e aprovada (o) em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 01 / 11 /2021

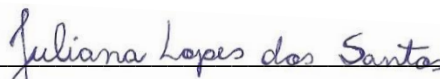
Banca Examinadora



Prof. Dr. Renato de Almeida Sarmiento, UFT
(Orientador)



Dra. Poliana Silvestre Pereira, UFT
(Examinadora)



Ma. Juliana Lopes dos Santos, UFT
(Examinadora)

Em primeiro lugar, eu dedico esta vitória ao meu fiel e salvador Jesus Cristo! Dedico ainda aos meus pais, João Batista de Brito Lima e Luzinete Vieira dos Reis Brito, e ao meu amado irmão, Kaiky de Brito Reis!

AGRADECIMENTOS

São inúmeros os agradecimentos que gostaria de fazer, e infinita é a minha gratidão à várias figuras que estiveram comigo nesta jornada. Porém, antes de mais nada, quero agradecer ao meu Senhor e salvador Jesus Cristo, pela graça imerecida, pois apesar dos anos difíceis que vivi, em razão dos obstáculos inerentes ao curso aliado à várias dificuldades no âmbito familiar, Ele não me deixou desistir, nem mesmo esfriar a minha fé.

Quero agradecer aos meus pais, João Batista de Brito Lima e Luzinete Vieira dos Reis Brito, por todo apoio e incentivo, não apenas financeiro, mas moral e psicológico. Apesar de serem pessoas de origem humilde e que não tiveram chances nem apoio de seus pais para estudar, sempre pensaram diferente deles, e dedicaram todas as suas energias e recursos para que eu pudesse fazer a diferença nesse mundo, e a tudo isto, sou grato! Além disso, agradeço ao meu amado irmão, Kaiky de Brito Reis, por toda demonstração de amor que sempre teve comigo, e por toda parceria nos momentos de adversidade, muito obrigado por tudo!

Agradeço também ao meu orientador, o Dr. Renato de Almeida Sarmento, por ter sido um pai para mim durante toda a graduação, pois apesar de ser um dos maiores pesquisadores do nosso país, sempre teve paciência e compreensão em relação às minhas dificuldades, mas sempre acreditando no meu potencial, por tudo isso, muito obrigado professor!

Quero registrar o meu agradecimento às minhas coorientadoras, Poliana Silvestre Pereira e Juliana Lopes dos Santos, pois tudo que publiquei e tudo que me gerou prêmios, contou com ajuda de ambas, que nunca se recusaram a me auxiliar e sempre o fizeram com muita dedicação e amor, e, além disso, sempre serviram de exemplo para mim!

Quero agradecer aos meus colegas de trabalho, do grupo da Ecofisiologia e do MIP, por todo o trabalho em equipe e troca de conhecimentos, em especial aos meus amigos das antigas, Warly S. Pires, Luciane R. Noletto, Jovielly N. Rodrigues e João Pedro L. Rocha, obrigado por tudo!

Quero agradecer aos meus amigos de graduação que compuseram o nosso grupo do “Eterno agrônomo”. Moçada, vocês são caras excepcionais, e quem se cerca de pessoas excepcionais, tende a se tornar um. Meu sincero obrigado por tudo!

Por fim, mas não menos importante, longe disso aliás, agradeço pelo meu amigo, Rafael Ferreira Viana, que foi um parceiro e tanto durante toda a faculdade, um irmão que a UFT me presenteou, e que sofreu comigo na derrota, mas que se alegrou comigo nas vitórias, muito obrigado por tudo, irmão!

RESUMO

A cultura do milho, é a segunda mais produzida no país, entretanto, sua produtividade ainda é limitada pelo ataque de insetos-praga. Com a adoção do material transgênico, pragas antes consideradas secundárias, como *Dalbulus maidis*, tem recebido status de praga primária e ocasionado perdas econômicas crescentes. Como alternativa, tem-se o Manejo Integrado de Pragas, que para a sua correta adoção, faz-se necessário conhecer a dinâmica espaço-temporal do inseto-alvo na lavoura, pois, com isso, é possível se concentrar o esforço amostral e de manejo da praga. Logo, o objetivo do trabalho foi de determinar a distribuição espacial de *Dalbulus maidis* em lavoura de milho transgênico, bem como os fatores bióticos e abióticos que influenciam na sua densidade. O experimento foi conduzido em uma lavoura comercial de milho transgênico, em Gurupi-TO. A princípio, verificou-se as plantas infestantes e a entomofauna presente na paisagem pré-cultivo. Pós-plantio, contabilizou-se as densidades de *D.maidis* e inimigos naturais nos pontos georreferenciados, além dos dados climatológicos. A partir dos dados da cigarrinha associados a geolocalização das amostras, confeccionou-se mapas da distribuição espacial da praga, e com as demais variáveis amostradas, foram feitas análises de regressão. Os resultados evidenciaram que, a colonização da praga se inicia na bordadura sentido ao centro do cultivo. Além disso, verificou-se que os valores de alcance variaram de 161,77 m a 692,40 m, e que o grau de dependência espacial entre amostras variou de forte a moderada. A análise de regressão, mostrou que, as variáveis climáticas, temperatura e umidade associadas, quando altas, favorecem o desenvolvimento da população de *D.maidis*, e que *Doru luteipes* é o predador que exerce o maior impacto sobre a população da cigarrinha-do-milho.

Palavras-chaves: Cigarrinha-do-milho. Perdas. Amostragem. Georreferenciamento. Regressão.

ABSTRACT

The corn crop is the second most produced in the country, however, its productivity is still limited by the attack of insect-pests. With the adoption of transgenic material, pests previously considered secondary, such as *Dalbulus maidis*, have received primary pest status and caused increasing economic losses. As an alternative, there is the Integrated Pest Management, which for its correct adoption, it is necessary to know the spatial-temporal dynamics of the target insect in the field, because with this, it is possible to concentrate the sampling and management effort of the pest. Therefore, the objective of this study was to determine the spatial distribution of *Dalbulus maidis* in transgenic corn, as well as the biotic and abiotic factors that influence its density. The experiment was conducted in a commercial transgenic corn field in Gurupi-TO. At first, the weeds and entomofauna present in the pre-planting landscape were verified. Post-planting, the densities of *D. maidis* and natural enemies were counted at the georeferenced points, in addition to climatological data. From the data of the leafhopper associated with the geolocation of the samples, maps of the spatial distribution of the pest were made, and with the other variables sampled, regression analysis was performed. The results showed that the colonization of the pest starts in the border towards the center of the crop. Furthermore, it was verified that the range values varied from 161.77 m to 692.40 m, and that the degree of spatial dependence between samples varied from strong to moderate. The regression analysis showed that the climatic variables, temperature and humidity, when high, favor the development of the *D.maidis* population, and that *Doru luteipes* is the predator that has the greatest impact on the corn leafhopper population.

Key-words: Corn leafhopper. Losses. Sampling. Georeferencing. Regression.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Mapas da distribuição de *Dalbulus maidis* em lavoura comercial de milho, plantas nos estágios: V4, V5, V6, V8, VT, R4, R5, R6. As densidades médias e o erro padrão dos insetos observados nas amostragens são apresentados abaixo dos mapas 17

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Características dos modelos de distribuição espacial dos insetos em lavoura comercial de milho transgênico, com plantas nos seguintes estágios: V4, V5, V6, V8, VT, R4, R5 e R6 16
- Tabela 2 – Densidade média dos inimigos naturais amostrados nas avaliações periódicas..... 19
- Tabela 3 – Valores dos coeficientes angulares da regressão linear múltipla da densidade de *Dalbulus maidis* em função do estágio fenológico da cultura, dos elementos climáticos e da densidade média de predadores 19

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>Bt</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i>
USDA	United States Department of Agriculture
β_1	Inclinação da curva
β_0	Intercepto da curva
RSS	Soma residual dos quadrados
R^2	Coefficiente de determinação
C_0	Efeito pepita
C_0+C	Patamar
A	Alcance
$C/(C_0+C)$	Relação entre o efeito pepita e o patamar
GDE	Grau de dependência espacial

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	METODOLOGIA.....	14
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4	CONCLUSÃO.....	21
	REFERÊNCIAS.....	22

1 INTRODUÇÃO

O milho é um dos cereais mais importantes do mundo. Segundo o BNB (Banco do Nordeste) os Estados Unidos, Brasil e China, representaram cerca de 64% da produção mundial desse grão, sendo o Brasil, o terceiro maior produtor mundial, com 98 milhões de toneladas produzidas (BNB, 2021).

A adoção de material transgênico é uma das principais razões dos crescentes índices de produtividade, pois essa tecnologia é capaz de lidar com as principais pragas do complexo de lagartas da cultura, como a *Spodoptera* spp. e *Helicoverpa* spp. Apesar da redução de custos com controle de lagartas, há relatos de que agricultores tem enfrentado problemas relacionados a outros insetos-praga, em especial a cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), que devido à surtos populacionais, tem promovido grandes perdas de produtividade, mesmo em milho *Bt* (ALBURQUERQUE et al. 2006; SILVA et al. 2017).

Esses problemas com *D. maidis* em milho transgênico podem estar relacionados à uma série de fatores, sendo um dos principais, a produção de milho safrinha e de milho irrigado, que tem servido de ponte verde para a praga, proporcionando condições de sobrevivência dela o ano inteiro (CANALE & RIBEIRO, 2021).

Além dos danos diretos à cultura através da alimentação, a cigarrinha do milho ocasiona danos indiretos pela transmissão de organismos patogênicos, como: o vírus da risca do milho (*Maize rayado fino vírus*, MRFV), e os mollicutes, promotores do enfezamento vermelho (*Maize bushy stunt phytoplasma*) e o enfezamento pálido (*Corn stunt spiroplasma*) (WAQUIL, 1997; PICANÇO et al. 2003; VIRLA et al. 2010). Esses enfezamentos podem promover perdas que variam de 9 a 90% dependendo da susceptibilidade das cultivares utilizadas, do patógeno envolvido e das condições ambientais (CRUZ; VIANA; WAQUIL, 2002).

Uma alternativa ao exposto, é a adoção do Manejo Integrado de Pragas, uma prática economicamente viável e ambientalmente sustentável. Para tanto, é necessário entender a dinâmica espaço-temporal desse artrópode-praga, pois o conhecimento do padrão de distribuição espacial de um inseto permite concentrar o esforço amostral e direcionar o manejo para os locais onde as pragas se encontram (HASSELL, 1987).

Além da distribuição espacial, é necessário determinar quais espécies compõem a população de plantas espontâneas (daninhas) presentes no ambiente de cultivo, pois elas desempenham um importante papel como hospedeiras de pragas, servindo de reservatório para

infestações das culturas (DURIGAN; PITELLI, 1994). Além das plantas infestantes que compõem o ambiente de cultivo, é imprescindível verificar-se o impacto que os elementos climáticos podem exercer sobre as populações de *D. maidis*, pois, o tempo e o clima são fatores abióticos que interferem na sobrevivência, desenvolvimento e até mesmo na dispersão de insetos (ROSADO et al. 2015). Outro fator de estudo também importante, é o impacto que os inimigos naturais ocasionam sobre as populações de artrópodes-praga, pois eles estão entre os principais agentes do controle biológico de pragas nas lavouras (HAJEK & EILENBERG, 2018).

Logo, o estudo da dinâmica espaço-temporal de *D. maidis* nos permite determinar os fatores bióticos e abióticos que afetam: a época, local e intensidade do ataque dessa praga, além de gerar conhecimentos a respeito da dispersão e colonização deste inseto no ambiente de cultivo, sendo estas informações primordiais para a confecção de planos de amostragem eficientes, que venham ser incorporados em programas de Manejo Integrado de Pragas, e, assim, conter o avanço dos danos ocasionados pela cigarrinha-do-milho.

Portanto, o objetivo do trabalho foi de determinar a dinâmica espaço-temporal de *Dalbulus maidis* em lavouras comerciais de milho transgênico, bem como dos fatores que afetam a sua densidade populacional.

2 METODOLOGIA

O trabalho foi conduzido em uma lavoura comercial de milho *Bt* situada no município de Gurupi-TO (Latitude: 11°49'55.89"S e Longitude: 48°59'2.86"O). A área era de 16,7 ha, e seu plantio foi feito em 15/12/2020, na época da safra.

Na primeira etapa, foi feito um levantamento das principais plantas espontâneas existentes no de pré-cultivo (BACCI et al. 2006, PEREIRA et al. 2017). Além disso, verificou-se quais os principais inimigos naturais que estiveram presentes nessas plantas daninhas. Já na segunda etapa, durante as fases vegetativas: V4, V5, V6, V8 e VT, e as fases reprodutivas: R4, R5 e R6, avaliou-se as densidades de *D. maidis* e dos inimigos naturais presentes ao longo de todo o cultivo.

A técnica amostral adotada foi a da contagem direta. As plantas avaliadas estavam dispostas na forma de um grid regular com 50 demarcações equidistantes, onde, em cada uma delas, haviam cinco pontos (plantas) igualmente espaçados a 0,5 m do ponto central, totalizando 250 plantas (200 ao longo do cultivo de milho e 50 na circunvizinhança), todas georreferenciadas, a fim de evitar tendências espaciais nas avaliações (PEREIRA et al. 2017, LIMA et al. 2018). Os inimigos naturais verificados foram coletados e separados em morfoespécies, sendo armazenados em frascos de vidro de 10 ml contendo solução etanólica a 70%, para identificação por taxonomistas. Os dados de temperatura média do ar (°C), velocidade dos ventos (m.s⁻¹), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) da área foram obtidos através de uma estação meteorológica próxima a lavoura.

A partir da densidade de *D. maidis*, calculou-se a média e o erro padrão. Os dados quantitativos de *D. maidis* foram submetidos a análises regressão com as variáveis climáticas e inimigos naturais, por meio do software R 4.1.0 (R CORE TEAM, 2020), e o modelo de regressão que melhor explicou as variações na densidade de *D. maidis*, conforme o teste F, foi o escolhido.

Foram confeccionados 3 modelos de semivariograma para cada uma das fases fenológicas da cultura onde houve dependência espacial, sendo eles: esférico, exponencial e gaussiano. Já as amostras que não apresentaram dependência espacial entre si, geraram efeito pepita puro, que é quando a distribuição espacial entre as amostras é aleatória (CARVALHO et al., 2002). A validação cruzada é uma técnica que permite com que comparemos valores amostrados e estimados afim de que se selecione o melhor modelo de semivariograma (ISAAKS & SRIVASTAVA, 1989). Os critérios que ela estabelece são: β_0 mais próximo à 0 e

o β_1 mais próximo à 1 (ISAAKS & SRIVASTAVA, 1989). Tomando esses critérios, associados aos seguintes parâmetros: menor valor da soma residual do quadrado médio (RSS) e maior coeficiente de regressão (R), selecionou-se os melhores modelos para cada fase. Além disso, foi calculado o grau de dependência espacial (GDE) das amostras. O GDE é determinado através da razão entre o efeito pepita e o patamar ($C_0/(C_0+C_1)$) da função (CAMBARDELLA et al., 1994). Esse parâmetro prediz a propensão do valor de uma amostra associado à uma determinada localização, em se parecer mais com os valores amostrais vizinhos do que com os valores das demais amostras do experimento (ZIMBACK, 2001). Quando o GDE apresenta valores abaixo de 25%, é considerado fraco, quando os valores são entre 25 e 75% são considerados moderados, e acima de 75% são considerados fortes (CAMBARDELLA et al., 1994; ZIMBACK, 2001; SCJARRETTA & TREMATERRA, 2005).

Após determinado o GDE, utilizou-se a técnica de krigagem ordinária, e através dela, foi feita a interpolação dos dados, sendo possível estimar o número de insetos nas demais áreas da lavoura onde não houve amostragem, e assim, confeccionar os mapas da distribuição espacial de *D. maidis* ao longo das fases do cultivo (ISAAKS & SRIVASTAVA, 1989; ROSADO et al., 2015). Sendo que, todas as análises geoestatísticas foram feitas através do software GS⁺: Geoestatistics for the Environmental Sciences, Versão 9.0 (ROBERTSON, 2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas avaliações feitas no período pré-cultivo, foi possível identificar a presença de algumas espécies de plantas infestantes, sendo as mais recorrentes: *Cenchrus echinatus*, *Amaranthus* spp. e *Digitaria insularis*. Essas plantas hospedam insetos-praga e patógenos, servindo de refúgio para esses artrópodes no período entressafra, impedindo que o ciclo de vida deles seja interrompido (ALTIERI; NASCIMENTO; NICHOLLS, 2003; OLIVEIRA & RANDO, 2017). Além disso, nas avaliações do entorno do cultivo foi verificada a presença de importantes insetos predadores, como: os percevejos *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae) e *Geocoris* spp. (Say) (Hemíptera: Geocoridae), além dos parasitoides *Telenomus* spp. (Hymenoptera: Scelionidae) e *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Estes são importantes agentes de controle populacional de pragas, e componentes indispensáveis para o sistema do Manejo Integrado de Pragas (MIP) (HEINRICHS, 2004; FRITZ et al., 2008).

Ao todo, foram amostradas 2284 cigarrinhas, e partir dos dados da densidade média e da localização georreferenciada das plantas, foram gerados 20 modelos de semivariograma, A partir dos critérios de validação cruzada, selecionou-se os 8 melhores, sendo eles: 4 Gaussianos, 1 Esférico, 1 Exponencial e dois apresentaram efeito pepita puro (tabela 1).

Tabela 1. Características dos modelos de distribuição espacial dos insetos em lavoura comercial de milho transgênico, com plantas nos seguintes estágios: V4, V5, V6, V8, VT, R4, R5 e R6.

Estádio	Modelo	β_0	β_1	RSS	R ²	C ₀	C ₀ +C	A (m)	C/(C ₀ +C)	GDE (%)
V4										
				Efeito Pepita Puro						
V5										
				Efeito Pepita Puro						
V6	Gaussiano	0,04	0,73	0,48	0,31	0,28	0,63	215,81	0,55	55
V8	Esférico	0,09	1,45	12,20	0,47	1,28	4,46	502,80	0,71	71
VT	Gaussiano	1,07	1,74	6,10	0,34	2,00	4,00	478,56	0,50	50
R4	Exponencial	0,04	1,64	96,70	0,47	1,41	11,80	692,40	0,88	88
R5	Gaussiano	0,60	3,24	81,70	0,55	7,50	15,34	161,77	0,51	51
R6	Gaussiano	0,24	2,03	14,80	0,43	2,97	5,94	295,31	0,50	50

Fonte: Autor, 2021

No cabeçalho: β_1 = inclinação da curva; β_0 = intercepto da curva; RSS = soma residual dos quadrados; R² = coeficiente de determinação; C₀ = efeito pepita; C₀+C = patamar; A = alcance; C/(C₀+C) = relação entre o efeito pepita e o patamar; GDE = Grau de dependência espacial.

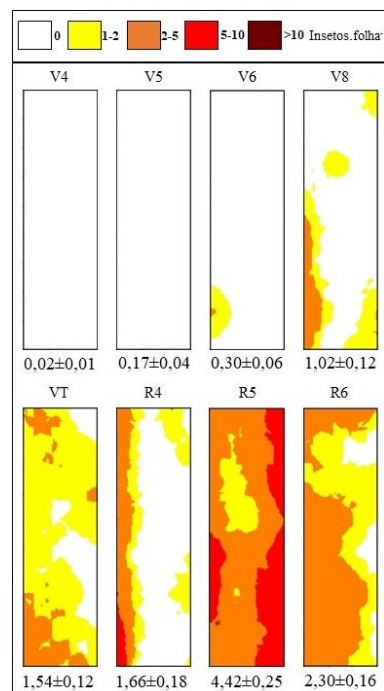
Os modelos de semivariograma gerados indicam que houve dependência espacial entre as amostras, com exceção das fases vegetativas V4 e V5, sendo que, essa dependência evidencia que a forma de dispersão de *D. maidis* é do tipo agregada (LIEBHOLD; ROSSI; KEMP, 1993).

Em relação ao grau de dependência espacial das amostras (GDE), verificou-se que apenas a fase reprodutiva R4 apresentou um grau forte de dependência (>75%), já as demais fases (V6, V8, VT, R5 e R6), apresentaram um grau moderado (entre 25 e 75%) (tabela 1).

A variável alcance (A), registrou valores que variaram de 161,77 m a 692,40 m (tabela1). Esses valores, predizem até que distância há dependência espacial entre as amostras, e quando o valor máximo é ultrapassado, perde-se a interação entre as amostras, o que resulta em um padrão de distribuição aleatório por parte delas (LIEBHOLD; ROSSI; KEMP, 1993). Além disso, ele nos traz a máxima distância que um inseto situado em uma determinada planta pode percorrer para colonizar uma nova hospedeira. Essa, é uma informação-chave no momento de elaborar-se um plano de amostragem eficiente, pois permite com que se defina um espaçamento amostral confiável (DAL PRA et al., 2011).

A partir dos semivariogramas gerados, foram confeccionados mapas que representam a distribuição de *D. maidis* na lavoura no decorrer das fases (figura 1).

Figura 1. Mapas da distribuição de *Dalbulus maidis* em lavoura comercial de milho, plantas nos estágios: V4, V5, V6, V8, VT, R4, R5, R6. As densidades médias e o erro padrão dos insetos observados nas amostragens são apresentados abaixo dos mapas.



Fonte: Autor, 2021

A fase vegetativa, é tida como a mais propícia para o desenvolvimento da população de *D. maidis* em cultivos de *Zea mays*, isso porque a arquitetura foliar da planta, na forma de cartucho, abriga os insetos e os protege contra os agentes controladores (WAQUIL et al., 1999). Apesar dessa tendência, observou-se que, a população de cigarrinha-do-milho manteve uma baixa incidência no período vegetativo, evidenciado pelo efeito pepita encontrado nas fases V4 e V5, e pelas baixas médias amostradas, 0,02 e 0,17 respectivamente. O período reprodutivo por sua vez, apresentou a maior densidade populacional, onde as duas maiores médias foram nas fases R5 e R6, de 4,42 e 2,30 respectivamente, evidenciando que esse período foi mais favorável ao desenvolvimento dos artrópodes. Porém, no cultivo de milho safrinha espera-se que a dinâmica seja diferente, com insetos colonizando e já com altas densidades populacionais já nas fases iniciais, em razão da ponte verde ocasionada pela sucessão de cultivos de milho.

Existem prováveis explicações para esse comportamento na distribuição do inseto-praga, uma delas é que, possivelmente não havia próximo dali plantas de milho do tipo tiguera (originadas de perdas na colheita), e como a cigarrinha é um inseto do tipo especialista, dotada da capacidade de se dispersar e migrar longas distâncias para sobreviver, provavelmente elas vieram de regiões distantes da lavoura em busca do hospedeiro ideal (OLIVEIRA et al., 2002; RAMOS, 2021). Além disso, é possível que os agentes de controle biológico encontrados nos entornos, juntamente com os inseticidas não seletivos à cigarrinha-do-milho, contiveram, nas fases iniciais, o avanço populacional de *D. maidis*.

A partir da análise dos mapas confeccionados verificou-se que *D. maidis* iniciou a colonização da lavoura pela bordadura sentido a parte central do cultivo, e que o padrão de dispersão da população da praga é do tipo agregada, visualizada através das cores mais fortes nos extremos dos mapas. Logo, para fins de monitoramento, é crucial que o esforço amostral, um dos princípios fundamentais do MIP, seja concentrado nas bordaduras sentido a parte central da lavoura (CARVALHO & BARCELLOS, 2012).

Foram amostrados 731 inimigos naturais, sendo os de maior média: Aranha, *Doru* spp. e *Orius* sp. (tabela 2).

Tabela 2. Densidade média dos inimigos naturais.amostra⁻¹ verificados nas avaliações periódicas.

Taxon	Densidade
Aranhas.amostra ⁻¹	0,355
<i>Doru</i> spp.amostra ⁻¹	0,004
<i>Orius</i> sp.amostra ⁻¹	0,002

Fonte: Autor, 2021

Para a compreensão e determinação dos vários fatores que regulam a densidade populacional de uma praga, tem-se como principal ferramenta, os modelos de previsão das mudanças populacionais (JEPPSON et al., 1975), sendo utilizado nesse caso, um modelo de regressão para verificar a influência destes.

A partir dos dados coletados sobre os inimigos naturais e variáveis climáticas, ajustou-se um modelo de regressão linear múltipla. O modelo ajustado em função dos coeficientes: estágio fenológico, aranha.amostra⁻¹, *Doru* spp.amostra⁻¹, *Orius* sp.amostra⁻¹, umidade (%) e temperatura (°C), mostrou-se significativo (P = 0,05). Além disso, esse modelo foi capaz de explicar 99% da variação na densidade de *D. maidis* e teve um valor de F de 184,3. Isso traz indícios de que essas variáveis em conjunto afetam significativamente a densidade populacional do inseto-praga.

Tabela 3. Valores dos coeficientes angulares da regressão linear múltipla da densidade de *Dalbulus maidis* em função do estágio fenológico da cultura, dos elementos climáticos e da densidade média de predadores.

Variável independente	Coefficientes angulares da regressão linear múltipla
Estádio fenológico da planta	0,68
Elementos climáticos	
Umidade (%)	0,19
Temperatura (°C)	1,08
Inimigos naturais	
Aranha	7,22
<i>Orius</i> sp.	0,22
<i>Doru</i> spp.	-35,09

Fonte: Autor, 2021

Das variáveis testadas, o coeficiente da população de *Doru* spp. foi inversamente proporcional ao coeficiente da cigarrinha, ao passo que, os coeficientes: do estágio fisiológico, da população de aranhas, de *Orius sp.* e das variáveis climáticas (temperatura e umidade), foram diretamente proporcionais aos da cigarrinha-do-milho (tabela 3).

Os resultados da regressão evidenciaram que, como o coeficiente do estágio fenológico da planta é diretamente proporcional à população do inseto-praga, à medida que o cultivo avançou em fases fenológicas, a população da praga aumentou, reiterando a dinâmica trazida pelos mapas. Além disso, os coeficientes de temperatura e umidade, evidenciaram que, essas variáveis climáticas em conjunto favoreceram o crescimento da população de *D. maidis*, sendo essa uma situação esperada, pois, sabe-se que, temperaturas elevadas e umidade relativa alta, propiciam o desenvolvimento de insetos-praga (QUIRINO et al., 2013).

Em relação aos inimigos naturais amostrados, a análise de regressão mostrou que, a medida que crescia a população de *D. maidis* no cultivo, a população de *Orius sp.* (percevejo predador) também crescia, provavelmente em função da maior oferta de alimento. Já a população de *Doru* spp. teve um coeficiente inversamente proporcional a população da praga, o que mostra que esse inseto predador provavelmente exerce um controle biológico eficiente sobre a população de *D. maidis*, fato esse convergente, pois, esse artrópode é um dos inimigos naturais mais abundantes em cultivos de milho (PICANÇO et al., 2003; PICANÇO et al., 2004). Essa por sua vez, é uma informação importante para planejamento do manejo químico da lavoura, a fim de que se utilizem produtos seletivos a esse inseto.

4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que, no milho safra, há a presença de *Dalbulus maidis* em praticamente todas as fases fenológicas da cultura, com seu ápice populacional em R5. Sua distribuição espacial é do tipo agregada, com uma colonização que se inicia na bordadura da lavoura sentido a parte central, apresentando um alcance máximo de 692,40 m, sendo necessário portanto, que a amostragem seja concentrada na bordadura direcionando-se a parte central. Além disso, verificou-se que os fatores climáticos, temperatura e umidade, quando altas, favorecem o desenvolvimento populacional de *D.maidis*, e que *Doru spp.* foi o inimigo natural que exerceu o maior impacto sobre a densidade populacional da cigarrinha-do-milho.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, F. A.; BORGES, L. M.; IACONO, T. O.; CRUBELATI, N. C. S.; SINGER, A. C. Eficiência de inseticidas aplicados em tratamento de sementes e em pulverização, no controle de pragas iniciais do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.1, p.15-25, 2006.
- ALTIERI, M. A.; NASCIMENTO S. E.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003.
- BACCI, L.; PIKANÇO, M. C.; GONRING, A. H. R.; GUEDES, R. N. C.; CRESPO, A. L. B. Critical yield components and key loss factors of tropical cucumber crops. **Crop Protection**, v. 25, n. 10, p. 1117–1125, 2006.
- BNB – Banco do Nordeste. **Milho: Produção e Mercados**, 2021. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/910/1/2021_CDS_182.pdf>. Acesso em: 10 nov 2021.
- 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 America Journal**, v. 58, n. 5, p.1240-1248, 1994.
- CANALE, M. C.; RIBEIRO, L. P. Panorama do problema e ações de mitigação dos impactos causados pela cigarrinha-do-milho e complexo de enfezamentos em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 34, n. 2, p. 7-10, 2021.
- CARVALHO, N. L.; BARCELLOS, A. L. Adoção do manejo integrado de pragas baseado na percepção e educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 5, n. 5, p. 749-766, 2012.
- CARVALHO, J. R. P.; SILVEIRA, P. M.; VIEIRA, S. R. Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 1151-1159, 2002.
- CRUZ, I.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. Cultivo Do Milho Pragas da Fase Vegetativa e Reprodutiva. **Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico**, v. 49, p. 1–8, 2002.
- DAL PRA, E.; GUEDES, J. V. C.; CHERMAN, M. A.; JUNG, A. H.; SILVA, S. J. P.; RIBAS, G. G. Uso da geoestatística para caracterização da distribuição espacial de larvas de *Diloboderus abderus*. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 10, p. 1689-1694, 2011.
- DURIGAN, J. C.; PITELLI, R. A. A importância das plantas daninhas no manejo integrado de pragas da cultura de citros. **Seminário Internacional de Citros–MIP**, v. 3, p. 277-290, 1994.
- FRITZ, L. L.; HEINRICH, E. A.; PANDOLFO, M.; SALLES, S. M.; OLIVEIRA, J. V.; FIUZA, L. M. Agroecossistemas orizícolas irrigados: insetos-praga, inimigos naturais e manejo integrado. **Oecol. Bras.**, 12 (4): 720-732, 2008.
- HAJEK, A. E.; EILENBERG, J. Natural enemies: an introduction to biological control. **Cambridge University Press**, 2018.

HASSELL, M. P. Detecting regulation in patchily distributed animal populations. **The Journal of Animal Ecology**, p. 705-713, 1987.

HEINRICHS, E. A. Rice-feeding insects and selected natural enemies in West Africa: biology, ecology, identification. **Int. Rice Res. Inst.**, 2004.

ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. An introduction to applied geostatistics. **Oxford: Oxford University Press**, 1989.

JEPPSON, L. R.; KEIFER, H. H.; BAKER, E. W. Mites injurious to economic plants. **Univ of California Press**, 1975.

LIEBHOLD, A. M.; ROSSI, R. E.; KEMP, W. P. Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. **Annual Review of Entomology**, v. 38, n. 1, p. 303-327, 1993.

LIMA, C. H. O.; SAMENTO, R. A.; GALDINO, T. V. S.; PEREIRA, P. S.; SILVA, J. SOUZA, D. J.; SANTOS, G. R.; COSTA, T. L.; PICAÇO, M. C. Spatiotemporal dynamics of whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in commercial watermelon crops. **Journal of Economic Entomology**, 2018.

OLIVEIRA, C. M.; MOLINA, R. M. S.; ALBRES, R. S.; LOPES, J. R. S. Disseminação de mollicutes do milho a longas distâncias por *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae). **Fitopatol. bras.**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 91-95, 2002.

OLIVEIRA, R. A. G.; RANDO, J. S. Diversidade de insetos em plantas hospedeiras próximas às áreas de cultivo de milho e algodão. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 3, p. 35-40, 2017.

PEREIRA, P. S.; SARMENTO, R. A.; GALDINO, T. V. S.; LIMA, C. H. O.; SANTOS, F. A.; SILVA, J.; SANTOS, G. R. Economic injury levels and sequential sampling plans for *Frankliniella schultzei* in watermelon crops. **Pest Management Science**, v. 73, n. 7, p. 1438-1445, 2017.

PICANÇO, M. C.; GALVAN, T. L.; GALVÃO, J. C. C.; SILVA, E. C.; GONTIJO, L. M. Intensidades de perdas, ataque de insetos-praga e incidência de inimigos naturais em cultivares de milho em cultivo de safrinha. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 339-347, 2003.

PICANÇO, M. C.; SEMEÃO, A. A.; GALVÃO, J. C. C.; SILVA, E. M.; BARROS, E. C. Fatores de perdas em cultivares de milho safrinha. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 26, n. 2, p. 161-167, 2004

QUIRINO, J. R.; MELO, A. P. C.; VELOSO, V. R. S.; ALBERNAZ, K. C.; PEREIRA, J. M. Resfriamento artificial na conservação da qualidade comercial de grãos de milho armazenados. **Bragantia**, v. 72, p. 378-386, 2013.

R CORE TEAM (2021). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria**. URL <https://www.R-project.org/>.

RAMOS, A. Respostas comportamentais da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), a plantas infectadas pelo fitoplasma do milho. 2021. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.

ROBERTSON, G. P. **GS+**: geostatistics for the environmental sciences. **Gamma Design Software, Plainwell, Michigan USA**, 2008.

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.

SCIARRETTA, A.; TREMATERRA, P. Geostatistical characterization of the spatial distribution of *Grapholita molesta* and *Anarsia lineatella* males in an agricultural landscape. **Journal of Applied Entomology**, v.130, n. 2, p.73-83, 2005.

SILVA, F. A. M.; DUTRA, S. M. F.; AMARAL, C. B. A.; EGHRARI, K.; MÔRO, G. V. Incidence of corn stunt on diallel genotypes in second crop season. In: **9o Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas**, 2017.

VIRLA, E. G.; CASUSO, M.; FRIAS, E. A. A preliminary study on the effects of a transgenic corn event on the non-target pest *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae). **Crop Protection**, v. 29, n. 6, p. 635–638, 2010.

WAQUIL, J. M. Amostragem e abundância de cigarrinhas e danos de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Homoptera: Cicadellidae) em plântulas de milho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, p. 27-33, 1997.

WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A.; CRUZ, I.; SANTOS, J. P. Aspectos da biologia da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae). **An. Soc. Entomol. Bras.**, Londrina, v. 2638, 2010.

ZIMBACK, C. R. L. Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo. 2001. 114 f. **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual Paulista.