



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E TECNOLOGIAS
SUSTENTÁVEIS**

CLAUDETE LUCIANE TEIXEIRA

**CORRELAÇÕES DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E OCORRÊNCIA DA
CIGARRINHA-DO-MILHO NA REGIÃO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL**

**CERRO LARGO
2024**

CLAUDETE LUCIANE TEIXEIRA

**CORRELAÇÕES DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E OCORRÊNCIA
DA CIGARRINHA-DO-MILHO NA REGIÃO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis.

Linha de Pesquisa: Qualidade Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons
Coorientador: Prof. Dr. Glauber Renato Stürmer

**CERRO LARGO
2024**

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Teixeira, Claudete L.
CORRELAÇÕES DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E OCORRÊNCIA
DA CIGARRINHA-DO-MILHO NA REGIÃO NOROESTE DO RIO GRANDE
DO SUL / Claudete L. Teixeira. -- 2024.
45 f.

Orientador: Dr. Sidinei Zwick Radons
Co-orientador: Dr. Glauber Renato Stürmer
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ambiente e
Tecnologias Sustentáveis, Cerro Largo,RS, 2024.

1. Biometeorologia, 2 Zea mays, 3 Dalbulus maidis. I.
Radons, Sidinei Zwick, orient. II. Stürmer, Glauber
Renato, co-orient. III. Universidade Federal da
Fronteira Sul. IV. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

CLAUDETE LUCIANE TEIXEIRA

**CORRELAÇÕES DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E OCORRÊNCIA DA
CIGARRINHA-DO-MILHO NA REGIÃO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis.

Área de Concentração: Monitoramento, Controle e Gestão Ambiental

Linha de Pesquisa: Qualidade Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons

Coorientador(a): Dr. Glauber Renato Stürmer

Esta Dissertação foi defendida e aprovada pela banca em: 02/05/2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
SIDINEI ZWICK RADONS
Data: 13/06/2024 08:56:01-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons – UFFS
Presidente da banca/orientador

Documento assinado digitalmente
DEIVID ARAUJO MAGANO
Data: 13/06/2024 01:29:56-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Deivid Araújo Magano – UNIJUÍ
Membro titular externo

Documento assinado digitalmente
MATEUS POSSEBON BORTOLUZZI
Data: 14/06/2024 12:19:46-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Mateus Possebon Bortoluzzi – UPF
Membro titular externo

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus queridos avós
paternos e maternos (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que acompanharam a minha caminhada e contribuíram para o alcance dos meus objetivos, em especial a minha família, que me deu força e coragem para superar todos os desafios e chegar até aqui.

Ao meu orientador, pelo incentivo e contribuição para meu crescimento intelectual.

Ao pesquisador e meu coorientador, Dr. Glauber Stürmer, pela ajuda com o fornecimento do material e o apoio necessário, que contribuíram para desenvolvimento da pesquisa, resultado do presente trabalho.

A CCGL – Rede Técnica de Cooperativas, pela parceria e disponibilidade de acesso aos dados.

Aos colegas e amigos que auxiliaram e contribuíram com palavras de carinho e incentivo nos momentos difíceis.

Por fim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta dissertação, o meu mais sincero agradecimento.

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é a segunda maior cultura de importância agrícola no Brasil, apresentando grande importância na produção de alimentos e diversidade de produtos. O Rio grande do Sul tem desempenhado um papel crucial na produção nacional de milho devido a suas condições climáticas favoráveis e extensas áreas cultiváveis. No entanto, a cultura pode ser afetada por diferentes pragas e doenças que impactam na qualidade e quantidade dos grãos, ocasionando perdas e redução na produtividade. A cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), como inseto vetor responsável pela transmissão do complexo de enfezamentos (enfezamento pálido, enfezamento vermelho e vírus da risca), tem gerado grande preocupação e o aumento da sua população tem se tornado um desafio para o manejo de pragas na cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a correlação da população de cigarrinha do milho com variáveis meteorológicas em dois municípios da região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul e verificar a variação de elementos meteorológicos como temperatura, vento, chuva, radiação e umidade relativa do ar gera influência na dinâmica populacional deste inseto. Foram utilizados os dados de monitoramento das coletas semanais em armadilhas adesivas amarelas Color Trap de dupla face (10 x 27 cm), instaladas em duas áreas experimentais da rede técnica de cooperativas da CCGL TEC, correspondentes ao período de 06 de junho de 2021 à 11 de fevereiro de 2023. Os dados diários de precipitação pluvial, temperatura média, máxima e mínima do ar, temperatura média diurna do ar (entre 6h e 18h), temperatura média noturna do ar (entre 18h e 6h), umidade relativa média do ar, radiação solar incidente e velocidade média do vento foram obtidos a cada 30 minutos junto às estações meteorológicas destas duas unidades experimentais. Adicionalmente, os dados de temperatura do ar foram submetidos a dois modelos não lineares de desenvolvimento de artrópodes. O conjunto de variáveis meteorológicas foi correlacionado com as populações de cigarrinha-do-milho e também com o seu logaritmo natural, visando reduzir o efeito de valores de picos extremos, por meio das correlações de Pearson e Spearman. Além disso, foram utilizados os softwares Sigma Plot e Microsoft Excel para tabulação de dados, teste de significância das correlações e elaboração de gráficos. Os resultados indicaram que a temperatura média noturna acima de 26°C está positivamente correlacionada com o aumento da população de cigarrinha-do-milho. Este achado sugere que tanto as temperaturas médias diárias

quanto as noturnas são variáveis críticas que influenciam a dinâmica populacional da cigarrinha-do-milho. Portanto, essas variáveis podem ser essenciais para o desenvolvimento de ferramentas preditivas e estratégias de manejo eficazes para o controle populacional deste inseto, ajudando a mitigar os impactos negativos na produtividade do milho.

Palavras-chave: Biometeorologia, *Zea mays*, *Dalbulus maidis*.

ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.) is the second most important agricultural crop in Brazil, playing a significant role in food production and product diversity. The Rio Grande do Sul state has been crucial in national corn production due to its favorable climatic conditions and extensive cultivable areas. However, the crop can be affected by various pests and diseases that impact grain quality and quantity, leading to losses and reduced yield. The corn leafhopper (*Dalbulus maidis*), an insect vector responsible for transmitting the stunting complex (pale stunting, red stunting, and maize rayado fino virus), has raised significant concerns, with its increasing population becoming a challenge for pest management in corn cultivation. This study aimed to evaluate the correlation between corn leafhopper populations and meteorological variables in two municipalities in the northwest region of Rio Grande do Sul, and to determine how variations in elements such as temperature, wind, rain, radiation, and relative humidity influence the population dynamics of this insect. Data from weekly monitoring using double-sided yellow adhesive traps (10 x 27 cm) were collected in two experimental areas of the CCGL TEC cooperative technical network, covering the period from June 6, 2021, to February 11, 2023. Daily data on rainfall, average, maximum, and minimum air temperature, daytime average air temperature (between 6 a.m. and 6 p.m.), nighttime average air temperature (between 6 p.m. and 6 a.m.), average relative humidity, incident solar radiation, and average wind speed were obtained every 30 minutes from meteorological stations at these two experimental units. Additionally, air temperature data were subjected to two nonlinear arthropod development models. The set of meteorological variables was correlated with corn leafhopper populations and their natural logarithm to reduce the effect of extreme peak values, using Pearson and Spearman correlations. Furthermore, Sigma Plot and Microsoft Excel software were used for data tabulation, significance testing of correlations, and graph creation. The results indicated that nighttime average temperatures above 26°C are positively correlated with the increase in corn leafhopper populations. This finding suggests that both daily and nighttime average temperatures are critical variables influencing the population dynamics of the corn leafhopper. Therefore, these variables may be essential for developing predictive tools and effective management strategies to control this insect's population, helping to mitigate negative impacts on corn yield.

Keywords: Biometeorology, *Zea mays*, *Dalbulus maidis*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de correlação de Pearson entre o número de adultos de *Dalbulus maidis* coletados, o logaritmo natural deste número e valores médios semanais de temperatura do ar, velocidade do vento, chuva, radiação solar, umidade relativa do ar, número de dias com chuva, e respostas dos modelos Lactin e Brière, utilizando médias gerais e dos períodos diurno e noturno33

Tabela 2 – Valores de correlação de Spearman entre o número de adultos de *Dalbulus maidis* coletados, o logaritmo natural (ln) deste número e valores médios semanais de temperatura do ar, velocidade do vento, chuva, radiação solar, umidade relativa do ar, número de dias com chuva, e respostas dos modelos Lactin e Brière, utilizando médias gerais e dos períodos diurno e noturno34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Condição meteorológica nos municípios de Cruz Alta e Santa Rosa, RS, no período de junho de 2021 a janeiro de 2023	28
Figura 2 – Número semanal de indivíduos adultos coletados nas armadilhas para o período de junho de 2021 a fevereiro de 2023, nos municípios de Cruz Alta/RS e Santa Rosa/RS	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia

MIP: Manejo Integrado de Pragas

MRFV: *Mayze rayado fino vírus*

RS: Rio Grande do Sul

PCR: Reação em Cadeia da Polimerase

UFFS: Universidade Federal da Fronteira Sul

UNIJUÍ: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

UPF: Universidade de Passo Fundo

VE: Estágio de Emergência

VT: Estágio de Pendoamento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 O MILHO.....	15
2.2 DOENÇAS DO MILHO.....	16
2.3 INSETOS E METEOROLOGIA	18
2.4 <i>Dalbulus maidis</i> (CIGARRINHA-DO-MILHO)	20
3 CORRELAÇÕES DA POPULAÇÃO DE CIGARRINHA-DO-MILHO E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL	23
RESUMO.....	23
3.1 INTRODUÇÃO	24
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
3.4 CONCLUSÃO.....	33
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho é uma das mais relevantes para a economia global e brasileira, tanto por sua versatilidade quanto por sua importância como commodity. No Brasil, a produção de milho não só abastece o mercado interno, como também é um dos principais produtos de exportação, gerando receitas significativas (CONAB,2023).

O milho é utilizado em uma ampla gama de aplicações, que vão desde a alimentação humana e animal até a produção de bebidas, polímeros e combustíveis, como o etanol, sendo um componente essencial na cadeia agrícola e industrial do Brasil (EMBRAPA,2021).

No entanto, a produção de milho enfrenta diversos desafios, sendo as pragas e doenças algumas das maiores ameaças. As pragas podem causar danos significativos às plantas, afetando a produtividade e a qualidade dos grãos (OLIVEIRA; LOPES, 2000).

A cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) é uma praga de grande preocupação para os produtores, se destacando não só pelo dano direto que causa ao se alimentar das plantas, mas principalmente pelo seu papel como vetor de doenças fitopatogênicas, como o complexo dos enfezamentos (CMV) esse grupo inclui o Espiroplasma (CSS), responsável pelo enfezamento pálido, e o Fitoplasma (MBSP) causador do enfezamento vermelho, ambos pertencentes à classe dos Mollicutes, além do vírus mayze rayado fino vírus (MRFV) que acabam resultando em perdas expressivas na produção de milho (CANALE,2023).

A relação entre a cigarrinha-do-milho e o milho é particularmente problemática porque o milho é a única planta onde o inseto consegue completar seu ciclo, a cigarrinha deposita seus ovos debaixo da epiderme foliar, principalmente ao longo da nervura central, onde as ninfas e adultos se alimentam da seiva da planta (OLIVEIRA,2017). Este comportamento facilita a transmissão dos patógenos. Além de seu comportamento ser influenciado por diversos fatores, incluindo condições climáticas, disponibilidade de hospedeiros e práticas de manejo agrícola, sua incidência tem uma forte relação com temperatura e umidade, que podem afetar sua reprodução e desenvolvimento, e a presença contínua do milho no campo ao longo do ano,

proporciona um ambiente favorável para a cigarrinha, contribuindo para sua proliferação (OLIVEIRA,2015).

Com isso a implementação de práticas de controle eficazes é vital para garantir a sustentabilidade da produção de milho. Pesquisas contínuas e o desenvolvimento de novas tecnologias são fundamentais para enfrentar esses desafios, tornando o controle da cigarrinha um fator crucial para a saúde da lavoura (OLIVEIRA, 2000).

Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar a correlação da população de cigarrinha do milho com variáveis meteorológicas em dois municípios da região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul e verificar a influência dessa variação na dinâmica populacional deste inseto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O MILHO

O milho, parte essencial da história alimentar da humanidade desde seus primórdios registrados no México, tem sido uma cultura chave em várias regiões do mundo, inclusive no Brasil, onde desempenha um papel crucial na dieta e na economia (ALVES et al., 2013). O país vem se destacando também entre os principais produtores da cultura dentro do cenário mundial e contribuindo significativamente para a produção global desse cereal. No âmbito nacional, ao consultar as informações fornecidas pela CONAB, é possível observar que diversos estados brasileiros, como Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais têm apresentado relevante contribuição para a produção total do país.

O Rio Grande do Sul, na safra passada, ocupou posição de destaque figurando entre os três principais produtores do país, com uma produção de mais de 13 milhões de toneladas de milho (CONAB, 2023). Essa posição privilegiada do Rio Grande do Sul reflete não apenas a extensão de suas áreas cultivadas, mas também a eficiência de suas práticas agrícolas.

No entanto segundos dados da CONAB (2022), o estado do Rio Grande do Sul enfrentou desafios distintos que afetaram sua produtividade, especialmente em áreas como a Fronteira Oeste, Campanha, Missões e Oeste da Depressão Central. Nessas regiões, a restrição hídrica foi um fator significativo, exacerbado pelas condições climáticas desfavoráveis, onde interação entre condições climáticas adversas e a presença da cigarrinha contribuiu para a redução da produtividade. Esses desafios ressaltam a importância de entender e mitigar os impactos das condições climáticas locais e das pragas e doenças específicas da região para garantir uma produção de milho mais resiliente e sustentável (CRUZ, 2008).

Os problemas fitossanitários na cultura são influenciados por diversos fatores, incluindo a região geográfica, as variações climáticas ao longo dos anos e o tipo de híbrido plantado. Cada região pode enfrentar diferentes desafios devido às condições ambientais específicas, enquanto as flutuações climáticas podem exacerbar a incidência de pragas e doenças. Além disso, a escolha do híbrido impacta a suscetibilidade das plantas a determinadas doenças e pragas, fazendo com que a

gestão fitossanitária precise ser adaptada às características locais e às condições sazonais (SILVA; COTA; COSTA, 2020).

A cultura do milho é suscetível a diversas pragas e doenças, que podem causar perdas significativas de produção e comprometer a qualidade das sementes e dos grãos. Esta questão tem sido uma preocupação crescente devido ao seu impacto severo na produtividade e na saúde das plantas. (SANTOS, 2019).

2.2 DOENÇAS DO MILHO

A incidência de doenças na cultura do milho tem crescido muito nos últimos anos, impulsionada principalmente por fatores como as mudanças climáticas globais, as mudanças no sistema de cultivo, as épocas de plantio, onde se tem a safra de verão e a safrinha, com plantios o ano todo e a expansão da área cultivada. No Brasil, atualmente, muitas são as doenças da cultura do milho. Algumas que se destacam são: a mancha-branca, as ferrugens, a cercosporiose, a mancha foliar, o complexo dos enfezamentos: enfezamento-pálido e o enfezamento-vermelho, entre outras. Por isso, é necessária a correta identificação para a adoção de estratégias de manejo adequadas para o controle (MESQUINI et al., 2020).

O complexo dos enfezamentos é uma doença sistêmica causada por microrganismos conhecidos por mollicutes. Foi considerada uma doença de importância secundária na década de 1970, devido à sua baixa incidência, mas uma década depois, com a expansão dos plantios, os enfezamentos se tornaram um grande problema para os produtores rurais (SABATO, 2020).

O espiroplasma (*Spiroplasma kunkelii*) é o patógeno causador do enfezamento pálido, já o fitoplasma (*Maize bushy stunt phytoplasma*) é o causador do enfezamento vermelho, e, também, há o vírus da risca, causado pelo *Mayze rayado fino Vírus*, que são patógenos transmitidos pelo inseto vetor *Dalbulus maidis*, responsável por infectar as plantas de milho (COTA et al., 2021).

Os sintomas característicos do enfezamento pálido são estrias de coloração esbranquiçada que surgem na base das folhas e as plantas ficam pouco desenvolvidas, enquanto que no enfezamento vermelho, as folhas adquirem coloração avermelhada, ocorrendo o encurtamento dos entrenós e perfilhamento na base da planta e nas axilas foliares. Porém, em ambos os casos, as plantas de milho infectadas podem

apresentar maior número de espigas. No entanto, elas têm poucos ou nenhum grão, o que acaba gerando grandes perdas na produtividade (CASTELÕES, 2020).

A identificação das doenças é feita pelo reconhecimento dos sintomas no milho, por análises de microscopia e diagnose em teste de PCR, para reconhecimento de transmissão dos vírus e mollicutes, através da cigarrinha *Dalbulus maidis* (COTA et al., 2021). Essas doenças requerem vários meses para se multiplicarem e atingirem níveis dentro da planta que possam causar perdas econômicas.

Estudos destacam a importância do tempo de infecção no impacto final na produção de milho, indicando que quanto mais cedo as plantas forem infectadas, maiores serão as perdas na produção (SABATO, 2017). Tal aspecto enfatiza a necessidade de medidas preventivas e de controle eficazes, visando evitar ou minimizar o impacto dessas doenças, sendo que estratégias que interfiram no ciclo de multiplicação dos patógenos podem ser cruciais para preservar a saúde das plantações e, conseqüentemente, a produtividade econômica (OLIVEIRA, 2013). Por serem um patossistema complexo devido às muitas interações que envolvem o inseto vetor, os patógenos, as plantas hospedeiras e o meio ambiente, o manejo atual necessita um enfoque para a adoção de práticas agrícolas que visem a proteção das plantas, reduzindo as populações de insetos vetores e inóculos de patógenos na paisagem agrícola e minimizando o risco de danos causados por essas doenças (SABATO, 2019).

A fase considerada crítica para a proteção das plantas contra a infecção por patógenos é a fase inicial, onde o recomendado é o uso de sementes tratadas com inseticidas, e entre a emergência e o estágio V8 ocorre a pulverização com inseticidas registrados, realizando a rotação de princípios ativos utilizados a fim de evitar que se desenvolva resistência pela cigarrinha-do-milho (ALVES et al., 2020). Essas estratégias atuam na prevenção da disseminação das doenças, com ênfase na mitigação de fatores que favorecem sua propagação.

Alguns aspectos cruciais devem ser considerados para entender e manejar essas doenças, como a complexidade da interação entre diferentes fatores que influenciam a incidência dos enfezamentos nas lavouras de milho, a presença e densidade populacional de cigarrinhas infectadas com mollicutes, juntamente com o nível de resistência das cultivares de milho e a temperatura ambiente (OLIVEIRA et al., 2015).

2.3 INSETOS E METEOROLOGIA

Os insetos são um grupo diversificado de animais invertebrados que compreendem a maior parte da biodiversidade conhecida na Terra. Eles são classificados no filo *Arthropoda*, superclasse Hexapoda e classe *Insecta*. Esses organismos possuem um corpo segmentado, composto por cabeça, tórax e abdome, e são revestidos por um exoesqueleto articulado que oferece suporte e proteção. Com mais de um milhão de espécies já descritas, são os seres vivos mais numerosos e amplamente distribuídos em uma variedade de habitats, desde ecossistemas naturais, como florestas e desertos, ambientes urbanos e agrícolas (SCUDDER, 2017).

Sua capacidade de adaptação a uma ampla gama de condições ambientais contribui para sua distribuição geográfica global. São organismos que desempenham papéis fundamentais em diversos ecossistemas, incluindo polinização de plantas, decomposição de matéria orgânica, controle de pragas e como fonte de alimento para outros animais. Além disso, muitas espécies de insetos têm importância econômica significativa, tanto positiva, quanto negativa (como pragas de culturas agrícolas), e desempenham uma variedade de funções ecológicas e econômicas vitais para os ecossistemas e para a sociedade humana (WOLOWSKI et al., 2019).

Os insetos são ectotérmicos, o que significa que sua temperatura corporal varia de acordo com o ambiente externo devido à sua pequena massa corporal. No entanto, alguns insetos têm a capacidade de aumentar ou diminuir sua temperatura corporal por meio de comportamentos específicos. Possuem um sistema sensorial complexo presente em diferentes partes do corpo, como antenas, patas e até mesmo órgãos especializados, o que lhes permite perceber fatores abióticos, sendo isso de fundamental importância para sua sobrevivência e adaptação ao ambiente, pois lhes permite responder a esses estímulos de maneira adequada, buscando locais ideais para alimentação, reprodução e abrigo (TOUGERON et al., 2019).

Os insetos têm uma rápida capacidade de resposta às mudanças climáticas devido a esses receptores específicos localizados em diferentes partes do seu corpo, sendo que através desse seu sistema sensorial complexo, são capazes de perceber fatores abióticos, como umidade, correntes de ar e temperatura (KÄFER et al., 2020).

A relação entre a meteorologia e os insetos é complexa e multifacetada. As condições meteorológicas, como temperatura, umidade, pressão atmosférica e padrões

de vento, desempenham papéis significativos na vida e no comportamento dos insetos. Mudanças na temperatura, por exemplo, podem desencadear a eclosão de ovos ou o início da metamorfose, e as distribuições geográficas também podem ser afetadas, levando à mudança na população de insetos em determinadas regiões (RODRIGUES,2004).

As condições meteorológicas podem afetar a disponibilidade de alimentos para os insetos, sendo que a precipitação pode influenciar a abundância de plantas hospedeiras ou a disponibilidade de presas para insetos que são predadores. Alguns insetos realizam migrações em massa em resposta a certas condições meteorológicas, como temperaturas extremas, padrões de vento favoráveis ou mudanças sazonais. A temperatura e a luz solar também podem influenciar suas atividades diárias, bem como os padrões de reprodução. Por exemplo, algumas espécies são mais ativas durante o dia, quando está quente, enquanto outras são mais ativas durante a noite. Além disso, certos insetos podem sincronizar seu ciclo reprodutivo com as mudanças sazonais na temperatura e na luz solar (AUAD,2009).

A meteorologia também pode afetar a distribuição e a incidência de doenças transmitidas por insetos, sendo que a temperatura e a umidade podem influenciar a sobrevivência e a reprodução desses vetores (ZHANG et al., 2021). Os fatores climáticos desempenham um papel crucial no desenvolvimento, sobrevivência e reprodução, influenciando seu comportamento e dinâmica populacional.

Os insetos respondem rapidamente a mudanças ambientais, tendo sua biologia afetada, assim como suas funções ecológicas e interações. Por não regularem sua temperatura corporal, qualquer variação influencia diretamente no seu desenvolvimento (FONSECA, ARAUJO, 2015). Quanto maior a temperatura, mais rápido se dará seu desenvolvimento e crescimento populacional.

A relação entre insetos e meteorologia é de fundamental importância para compreensão de como as mudanças no clima podem afetar a vida destes organismos, possibilitando entender a capacidade de adaptação deles frente a essas mudanças, sendo que atualmente estudos relacionados aos efeitos dessas mudanças nos insetos têm aumentado (AUAD; FONSECA, 2017). Os estudos sobre a relação entre insetos e meteorologia ajudam ainda a entender o funcionamento dos ecossistemas e auxiliam na elaboração de estratégia de controle de pragas, já que condições climáticas afetam o comportamento e a dinâmica populacional dos insetos (ROCHA et al., 2020).

Muitas pragas agrícolas têm sua incidência, distribuição e densidade populacional influenciadas pelas condições do clima. Assim, entender essa relação dos fatores climáticos e a dinâmica populacional dos insetos é de fundamental importância para a tomada de decisões no manejo e como forma de acompanhar e evitar problemas que possam comprometer a produção, como a diminuição da qualidade dos cultivos e a transmissão de doenças (LEINS et al., 2021).

Estudos destacam, ainda, a forte influência das condições climáticas no tamanho e na dinâmica populacional da cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), indicando que as condições climáticas podem aumentar ou reduzir o número de gerações da espécie (MARÍN, 1987; WAQUIL et al., 1999), o que, por sua vez, afeta diretamente sua abundância em um determinado ambiente.

Em estudos realizados, foram observadas diferenças morfológicas e genéticas em populações de cigarrinhas-do-milho nas regiões Nordeste e Centro-Sul do Brasil (OLIVEIRA et al., 2007). Essas variações podem ser atribuídas às condições climáticas distintas entre essas regiões, evidenciando como fatores ambientais podem influenciar características físicas e genéticas das populações de insetos.

2.4 CIGARRINHA-DO-MILHO

A cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) é uma praga importante em lavouras de milho em várias partes do mundo, causando danos significativos às plantações. Sua biologia é complexa e está sujeita a uma série de fatores que podem influenciar seu comportamento e ciclo de vida. Um dos principais fatores que afetam sua biologia é a temperatura. Variações na temperatura ambiente podem influenciar o desenvolvimento das cigarrinhas, afetando sua taxa de reprodução, crescimento e atividade. Temperaturas mais altas tendem a acelerar seu ciclo de vida, enquanto temperaturas mais baixas podem retardar seu desenvolvimento (OLIVEIRA; FRIZZAS, 2021).

Uma das características que a define como uma praga em potencial, diz respeito ao elevado potencial biótico, o que significa que é capaz de se reproduzir rapidamente e em grande número, tornando o controle populacional mais desafiador. Além disso, a capacidade de migração a longas distâncias da cigarrinha-do-milho contribui para a rápida disseminação dessa praga entre diferentes regiões geográficas e culturas de

milho, dificultando a implementação de estratégias de controle localizadas (GALLO *et al.*, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2002).

A eficiência e rapidez na transmissão dos fitopatógenos pelos quais a cigarrinha é vetor também representam um obstáculo significativo para o manejo eficaz dessa praga. A rápida propagação dos mollicutes responsáveis pelos enfezamentos do milho pode levar a surtos repentinos dessas doenças em lavouras, causando danos substanciais às plantações (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

As cigarrinhas são insetos de corpo pequeno pertencentes à ordem Hemiptera, hemimetábolos (do ovo eclode a ninfa que se desenvolve até o inseto adulto), com rápido desenvolvimento de ovo a adulto, sendo capaz de produzir no mínimo duas gerações durante o ciclo do milho e, em algumas regiões do país, estima-se que possa produzir até seis gerações (WAQUIL *et al.*, 1999).

As ninfas apresentam uma coloração amarelo-pálida e localizam-se na face inferior das folhas. Os adultos mantêm essa coloração amarelo-pálida, distinguindo-se por duas manchas negras no dorso da cabeça e asas transparentes. Eles medem cerca de 3 e 4 mm de comprimento e possuem um aparelho bucal do tipo sugador labial. As fêmeas apresentam coloração homogênea em todo o corpo e são maiores e mais pesadas que os machos, depositam seus ovos individualmente ou em grupos dentro do tecido vegetal, próximo às nervuras das folhas. Em média, uma fêmea pode depositar cerca de 129 ovos ao longo de sua vida, dependendo das condições ambientais (GALLO *et al.*, 2002; WAQUIL *et al.*, 1999).

A identificação da espécie é baseada no formato do sétimo esternito abdominal da fêmea e principalmente na morfologia dos componentes da genitália masculina. Os adultos preferem se localizar nos ponteiros das plantas, principalmente no interior do cartucho, e são mais ativos do que as ninfas, alimentando-se exclusivamente da seiva das plantas (COTA *et al.*, 2021).

Durante o período entre uma colheita e outra de milho, como não apresentam diapausa, em regiões onde as temperaturas médias são mais elevadas, *D. maidis* podem se desenvolver continuamente ao longo do ano dependendo apenas da disponibilidade de alimento e sobrevivem migrando para plantações próximas, buscando abrigo e alimento até o próximo cultivo de milho (ÁVILA *et al.*, 2021).

A cigarrinha *Dalbulus maidis* causa dois tipos de danos o direto e indireto. O dano direto resulta da sucção da seiva das plantas, já o dano indireto ocorre pela

transmissão de patógenos, incluindo o Maize rayado fino vírus, que provoca a doença foliar conhecida como raiado fino, e mollicutes como Maize bushy stunt phytoplasma e Spiroplasma kunkelii, que causam os enfezamentos vermelho e pálido, respectivamente, sendo capaz de transmitir esses patógenos tanto simultaneamente quanto de forma isolada (CANALE,2023).

Considerada uma praga de controle desafiador devido à sua localização dentro do cartucho da planta de milho, o que dificulta o contato direto com inseticidas, além da sua alta mobilidade; quando não há plantas de milho disponíveis no campo, ele é capaz de migrar rapidamente para outros hospedeiros. Essa capacidade de se deslocar e infestar diferentes plantas torna o manejo da praga ainda mais complicado, exigindo estratégias de controle mais complexas e abrangentes (CUNHA,2023).

As variações na população de cigarrinhas-do-milho devido às condições climáticas e às diferenças regionais podem resultar em variações na incidência de enfezamentos em plantios sucessivos de milho. Isso ressalta a importância de entender e monitorar as condições climáticas locais e suas consequências na dinâmica populacional de pragas agrícolas, como a cigarrinha-do-milho, para implementar estratégias de manejo eficazes (SABATO et. al ,2019).

3 CORRELAÇÕES DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E OCORRÊNCIA DA CIGARRINHA-DO-MILHO NA REGIÃO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL

RESUMO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) tem uma grande importância econômica, por apresentar diversas utilidades, tanto na alimentação animal como humana. Porém, a cultura está sujeita ao ataque de várias pragas e doenças que afetam a produtividade. Uma das principais pragas que pode causar sérios danos à cultura é a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) (DeLong & Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae). O objetivo do trabalho foi avaliar a correlação da população de cigarrinha e variáveis meteorológicas, a fim de verificar a influência da variação de elementos meteorológicos na dinâmica populacional do inseto. Os dados meteorológicos obtidos, além da temperatura do ar aplicada aos modelos de desenvolvimento de insetos, foram correlacionados à população coletada em armadilhas adesivas, com as correlações de Pearson e Spearman. Com isso, conclui-se que a elevação da temperatura média noturna acima de 26°C está positivamente correlacionada com o aumento da população da cigarrinha-do-milho. Este achado indica que tanto as temperaturas médias diurnas quanto as noturnas são variáveis críticas na sua dinâmica populacional. Portanto, essas variáveis são essenciais para o desenvolvimento de ferramentas preditivas e estratégias de manejo eficazes, visando o controle populacional deste inseto e a mitigação de seus impactos negativos na produtividade do milho

PALAVRAS-CHAVE: *Dalbulus maidis*; *Zea mays*; temperatura do ar.

CORRELATIONS OF CORN LEAFHOPPER POPULATION AND METEOROLOGICAL VARIABLES IN THE NORTHWEST OF RIO GRANDE DO SUL

ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.) cultivation holds significant economic importance due to its diverse uses in both animal and human nutrition. However, the crop is susceptible to attacks from various pests and diseases that affect its yield. One of the main pests that can cause severe damage to the crop is the corn leafhopper (*Dalbulus maidis*). The aim of this study was to evaluate the correlation between corn leafhopper populations and meteorological variables, in order to determine the influence of meteorological variations on the insect's population dynamics. Meteorological data obtained, along with air temperature applied to the insect development models, were correlated to the population collected in adhesive traps using Pearson and Spearman correlations. The study concluded that an increase in the nighttime average temperature above 26°C is positively correlated with the rise in corn leafhopper populations. This finding indicates that both daytime and nighttime average temperatures are critical variables in the population dynamics of the corn leafhopper. Therefore, these variables are essential for

developing predictive tools and effective management strategies aimed at controlling this insect's population and mitigating its negative impacts on corn yield.

KEYWORDS: *Dalbulus maidis*; *Zea mays*; air temperature.

3.1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays*) é uma das mais importantes mundialmente, devido às suas diversas utilidades, tanto na alimentação animal quanto humana. O investimento em tecnologias que auxiliam no desenvolvimento da cultura tem aumentado a produtividade e melhorado a qualidade dos grãos (OLIVEIRA, 2021).

O Brasil, consolidado como o terceiro maior produtor de milho, teve uma produção estimada de 131,9 milhões de toneladas na safra 2022/23 (CONAB, 2023). No país, o milho é o segundo cereal mais produzido, com 60% a 80% da produção destinada à alimentação animal, e é o único grande produtor que colhe três safras por ano (FAOSTAT, 2023).

No estado do Rio Grande do Sul, o milho é uma cultura de grande importância econômica, com uma produção anual de mais de 13 milhões de toneladas (CONAB, 2023). Devido ao seu alto potencial de cultivo, que pode resultar em até duas safras anuais, práticas que garantam e aumentem a produtividade são essenciais, pois a cultura está sujeita ao ataque de diversas pragas e doenças (COTA et al., 2021).

A cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) (DeLong & Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae) é uma das principais pragas que podem comprometer a produtividade do milho. Este inseto sugador é capaz de transmitir patógenos responsáveis pelo complexo de enfezamentos do milho (AVILA et al., 2021). Em condições ambientais favoráveis, a cigarrinha pode completar de quatro a seis gerações durante o período de cultivo do milho (SILVEIRA, 2019).

A atividade de sucção intensa da cigarrinha, especialmente em altas densidades populacionais, pode causar a morte das plantas jovens e reduzir a fotossíntese devido à presença de ovos nas folhas (BORGES, 2020). Durante a sucção, a cigarrinha também transmite fitopatógenos, que se disseminam de uma planta para outra, causando infecções que ocorrem no início do desenvolvimento da cultura e cujos sintomas se tornam evidentes no período de enchimento dos grãos, resultando em menor produtividade (MANEIRA, 2021).

Os efeitos dos enfezamentos estão relacionados à sensibilidade do milho e às condições ambientais, como a temperatura do ar. Estudos sugerem que temperaturas noturnas acima de 17°C e diurnas em torno de 30°C favorecem a proliferação da cigarrinha e a disseminação dos mollicutes. Temperaturas elevadas reduzem o período de incubação dos mollicutes na cigarrinha, correspondendo ao intervalo de tempo entre a aquisição do patógeno e seu início de multiplicação nos tecidos, com a cigarrinha sendo o principal vetor das doenças (BORGES, 2020).

O controle da cigarrinha-do-milho requer práticas integradas, com o monitoramento constante sendo essencial para detectar a presença do inseto e definir a melhor forma de manejo (RODRIGUES, 2004). O conhecimento da dinâmica populacional da cigarrinha contribui para o manejo, já que sua biologia é sensivelmente afetada pela temperatura (WAQUIL, 1999).

Os insetos estão sujeitos a diversos fatores ambientais ligados às condições climáticas, como temperatura, radiação, umidade, chuva e vento, que influenciam seu desenvolvimento, reprodução e sobrevivência (RODRIGUES, 2004). Entender a relação entre os insetos e as condições climáticas é fundamental para decisões mais assertivas nas práticas de manejo. Portanto, compreender como as variáveis meteorológicas influenciam na dinâmica populacional da cigarrinha-do-milho é crucial para auxiliar no manejo deste inseto-praga.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a correlação da população de cigarrinha-do-milho com variáveis meteorológicas em dois municípios da região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, e verificar se a variação de elementos meteorológicos, como temperatura, vento, chuva, radiação e umidade relativa do ar, influencia a dinâmica populacional desse inseto.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Como material e métodos, foram utilizados os dados de monitoramento das coletas semanais em armadilhas adesivas amarelas *Color Trap* de dupla face (10 x 27 cm), instaladas em duas áreas experimentais da rede técnica de cooperativas da CCGL TEC, correspondentes ao período de 06 de junho de 2021 à 11 de fevereiro de 2023. A primeira área está localizada no município de Cruz Alta/RS, com coordenadas 28°36'28"S 53°40'11"W, distante 900m da estação meteorológica da unidade

experimental. A segunda área localizada no município de Santa Rosa/RS, com coordenadas 27°50'30"S 54°26'37"W, distante 50m da estação meteorológica.

Ambos os locais têm clima subtropical, com verões quentes e sem estação seca definida, pertencendo ao tipo Cfa, de acordo com a Classificação de Köppen (Alvares et al., 2013). Os dados meteorológicos foram comparados às normas climatológicas do período 1991-2020, obtidas do site do INMET (2024).

Os dados diários de precipitação pluvial, temperatura média, máxima e mínima do ar, temperatura média diurna do ar (entre 6h e 18h), temperatura média noturna do ar (entre 18h e 6h), umidade relativa média do ar, radiação solar incidente e velocidade média do vento foram obtidos a cada 30 minutos junto às estações meteorológicas destas duas unidades experimentais. Adicionalmente, os dados de temperatura do ar foram submetidos a dois modelos não lineares de desenvolvimento de artrópodes (Quadro 1), propostos por Lactin et al. (1995) e Brière et al. (1999).

Quadro 1 - Modelos utilizados para descrever a relação do desenvolvimento de *Dalbulus maidis* com a temperatura do ar.

Modelo	Equação	Referência
Lactin	$R(T) = e^{P+T} - e^{\left(P * T_{max} - \frac{T_m - T}{\Delta}\right)} + \lambda$	Lactin et al. (1995)
Brière	$R(T) = \alpha T (T - T_{min})(T_{max} - T)^{\frac{1}{m}}$	Brière et al. (1999)

Fonte: Adaptado de Nieuwenhove, Frías e Virla (2016).

Onde $P = 14,9 \times 10^{-4}$, $T_{max} = 37,5 \text{ °C}$, $\Delta = 1,23$, $\lambda = -1,01$, $\alpha = 24,05 \times 10^{-3}$, $T_{min} = 11,99 \text{ °C}$, $m = 1,07$ e $T =$ Temperatura do ar (°C) (NIEUWENHOVE; FRÍAS; VIRLA, 2016).

O conjunto de variáveis meteorológicas foi correlacionado com as populações de cigarrinha-do-milho e também com o seu logaritmo natural, visando reduzir o efeito de valores de picos extremos, por meio das correlações de Pearson e Spearman. Aos dados de população de cigarrinha, foi aplicado um atraso temporal de duas semanas, com base no seu tempo médio de desenvolvimento até a fase adulta (WAQUIL, 2004). Além disso, foram utilizados os softwares Sigma Plot e Microsoft Excel para tabulação de dados, teste de significância das correlações e elaboração de gráficos.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi avaliado o número de indivíduos adultos coletados nas armadilhas e observou-se que a dinâmica populacional do inseto nos dois municípios, que apresentam clima e condições meteorológicas semelhantes, relacionou-se com as temperaturas. As temperaturas máximas médias foram acima de 27°C (Cruz Alta) e acima de 29 °C (Santa Rosa) no período de coleta dos dados. Segundo Walquil (2004), a cigarrinha-do-milho completa seu ciclo em cerca de 24 dias, com temperaturas variando entre 26 °C a 32°C, sugerindo que a temperatura exerce influência sobre seu ciclo de vida, que pode variar de até 15,7 dias quando em altas temperaturas e até 66,6 dias em baixas temperaturas.

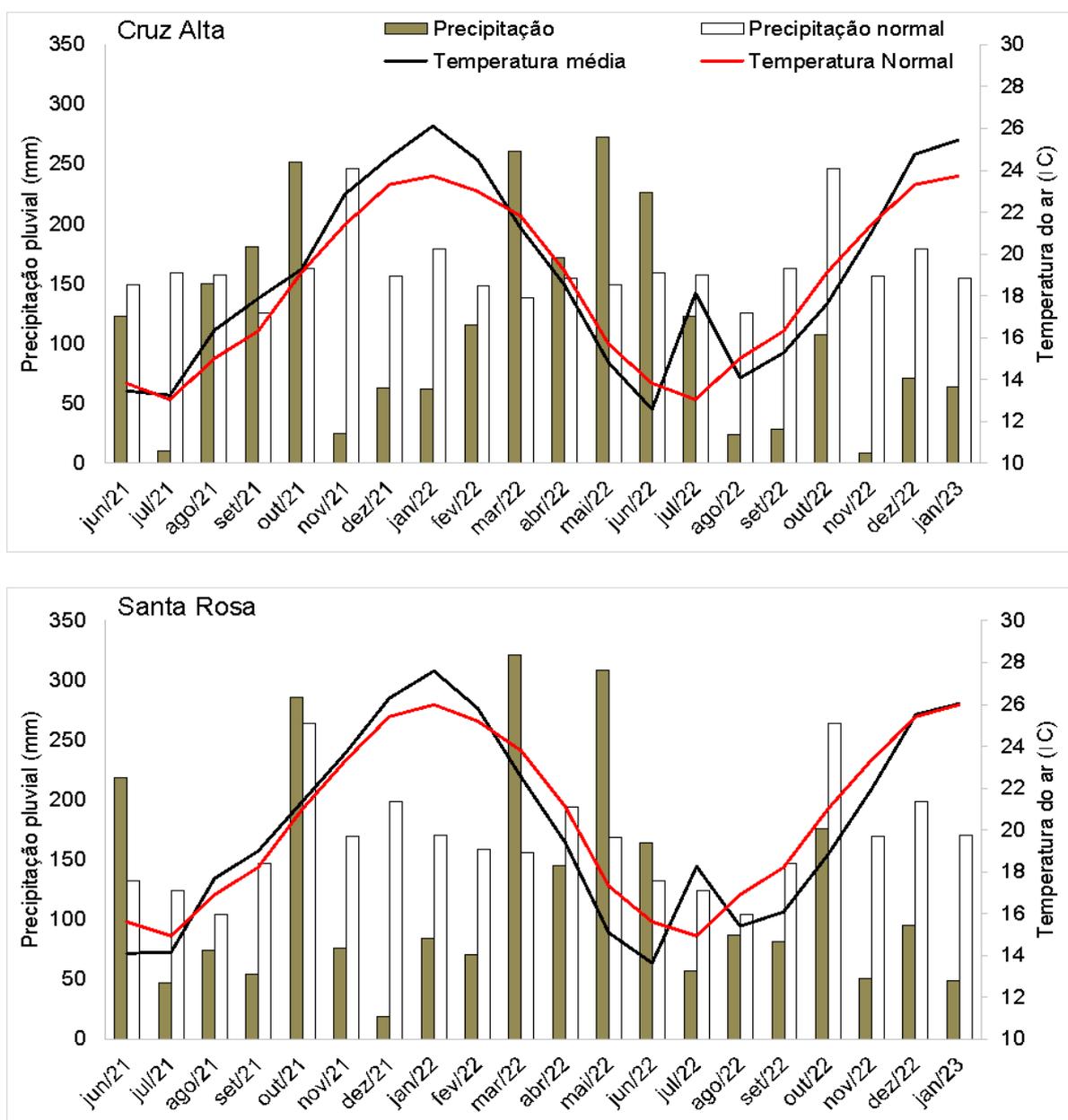
Na Figura 1, é possível acompanhar a temperatura média ocorrida no período de estudo nos dois municípios. Percebe-se que houve picos em que a temperatura média ficou acima dos 26°C e houve apenas seis meses de precipitação acima da média normal, sendo propício para o crescimento populacional da praga dentro da lavoura, com maior risco de transmissão de mollicutes pelo inseto (OLIVEIRA et al., 2015).

A problemática da cigarrinha está na transmissão de doenças para o milho, tornando difícil correlacionar uma baixa população de cigarrinhas com menor incidência de doenças e uma alta população com maior incidência. Mesmo em baixas populações, a presença de cigarrinhas infectadas pode resultar em altos níveis de infecção e prejuízos significativos, conforme determinado por Cunha (2021), que concluiu que mesmo uma densidade baixa de *D. maidis* pode ser suficiente para transmitir e disseminar os patógenos. Além disso, temperaturas acima da média, especialmente temperaturas noturnas acima de 17°C e diurnas acima de 27°C, impulsionam a rápida multiplicação dos mollicutes em cigarrinhas e plantas doentes (COTA et al., 2021), sendo a temperatura uma variável importante na dinâmica populacional deste inseto, corroborando com o que foi observado neste trabalho.

Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia, a ocorrência do fenômeno climático *La Niña* (fenômeno oceânico caracterizado pelo resfriamento das águas superficiais de partes central e leste do Pacífico Equatorial e de mudanças na circulação atmosférica tropical ao qual acaba impactando os regimes de temperatura e chuva em várias partes do globo), perdurou entre julho de 2020 e fevereiro de 2022, e foi marcado

por chuvas próximas e abaixo da média em decorrência dos impactos que o fenômeno causa, o que corrobora com as informações da Figura 1, indicando que foram registradas chuvas abaixo de 120 mm nos dois locais de estudo na maior parte do período, condições meteorológicas que podem influenciar o padrão comportamental dos insetos.

Figura 1 – Condição meteorológica nos municípios de Cruz Alta/RS e Santa Rosa/RS no período de junho de 2021 a janeiro de 2023.

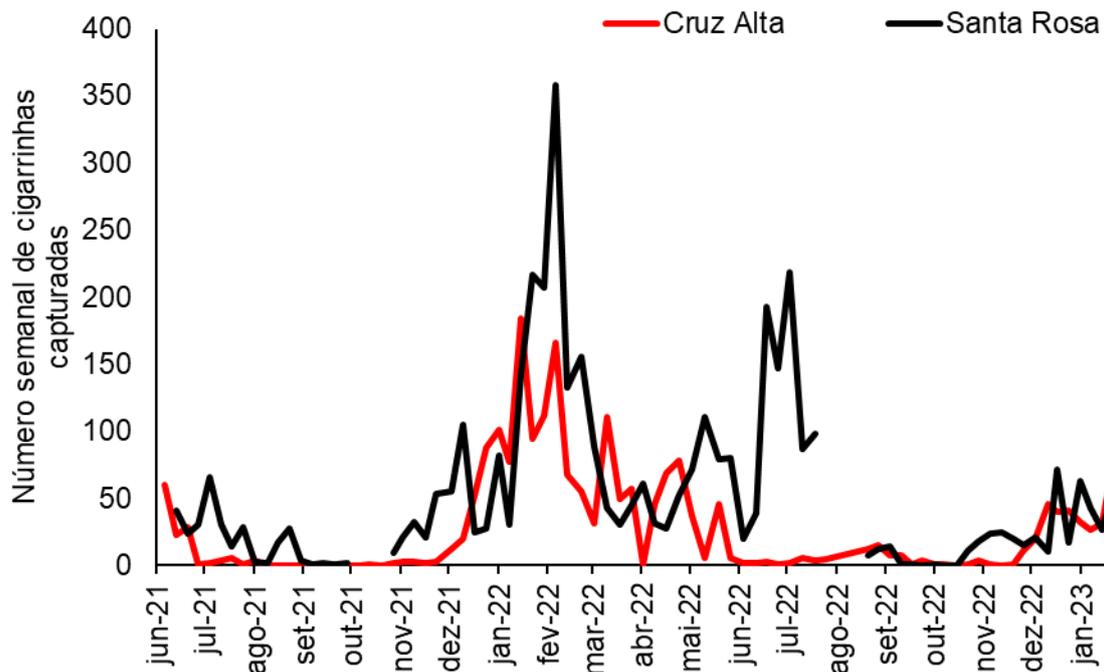


Diversos estudos, como o de Rodrigues (2004), demonstram que a relação entre insetos e meteorologia é complexa e multifatorial. A cigarrinha-do-milho não é exceção, exibindo padrões de atividade sazonal diretamente ligados às condições meteorológicas. Esses insetos tendem a se tornar mais ativos durante períodos mais quentes, como na primavera e no verão. A temperatura desempenha um papel crucial no desenvolvimento da cigarrinha, com o aumento da temperatura acelerando seu ciclo de vida. Isso influencia a velocidade com que ovos eclodem, ninfas se desenvolvem e adultos se reproduzem (OLIVEIRA,2022).

Durante o estudo realizado nos municípios de Cruz Alta e Santa Rosa, observou-se que a temperatura média do ar variou significativamente, com picos frequentes acima de 26°C, favorecendo o rápido desenvolvimento da cigarrinha-do-milho. Apenas cinco meses apresentaram precipitação acima da normal climatológica, criando condições propícias para o crescimento populacional da praga e aumentando o risco de transmissão de mollicutes pelo inseto (OLIVEIRA et al., 2015), comprovando que a dinâmica populacional da cigarrinha-do-milho é fortemente influenciada por variáveis meteorológicas.

Os dados coletados indicam que os meses de janeiro e fevereiro apresentaram os maiores picos populacionais de cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) nos municípios de Cruz Alta (Figura1) e Santa Rosa (Figura 2). Este período coincide com a semeadura do milho safrinha, sugerindo que a época de semeadura tem uma influência significativa no número de indivíduos coletados. Este achado é consistente com o estudo de Oliveira et al. (2015), que também observaram maiores quantidades de cigarrinhas durante as semeaduras realizadas em fevereiro e abril.

Figura 2 – Número semanal de indivíduos adultos coletados nas armadilhas para o período de junho de 2021 a fevereiro de 2023, nos municípios de Cruz Alta/RS e Santa Rosa/RS.



Os picos populacionais da cigarrinha-do-milho nos dois locais ocorreram em diferentes períodos, Cruz Alta apresentou picos em janeiro e fevereiro que coincidem com temperaturas elevadas, favoráveis ao rápido desenvolvimento da cigarrinha e à alta eficiência de transmissão de patógenos. Essas condições são ideais para a proliferação do inseto e a disseminação de doenças, conforme observado por Oliveira et al. (2015). Em Santa Rosa os picos foram similares a Cruz Alta, indicando que a semeadura do milho safrinha cria um ambiente propício para o crescimento populacional da cigarrinha, estudo conduzido por Waquil et al. (1999) em Sete Lagoas, Minas Gerais, observou-se que *D. maidis* apresentou um pico populacional entre fevereiro e abril. Esse estudo também mostrou que em cultivos de milho realizados a partir de fevereiro e abril (safrinha), são coletadas mais cigarrinhas do que nos cultivos de outubro e novembro (safra), corroborando com a menor captura de cigarrinhas observadas na Figura 2, no mesmo período correspondente ao citado no estudo do autor.

A dinâmica populacional observada em Santa Rosa e Cruz Alta reforça a importância da temperatura como um fator crítico na biologia da cigarrinha-do-milho. Os resultados destacam a necessidade de um monitoramento climático e de estratégias de manejo que considerem as variações sazonais e regionais. A compreensão das interações entre o inseto vetor, os patógenos e os fatores ambientais permite a

implementação de práticas de manejo mais eficazes, reduzindo os impactos negativos na produtividade do milho. A abundância de *Dalbulus maidis* durante o ciclo biológico das plantas é determinada pela interação complexa entre o ambiente, as características da planta hospedeira e o ciclo de vida do inseto. Esses fatores estão inter-relacionados e influenciam diretamente a população e a distribuição dessa praga em áreas cultivadas com milho (OLIVEIRA; FRIZZAS, 2021).

Os modelos, como os de Lactin et al. (1995) e Brière et al. (1999), são construídos com base em relações empíricas entre variáveis meteorológicas e aspectos da biologia e do comportamento dos insetos. Ao correlacionar esses modelos com os dados coletados, podemos obter previsões mais precisas sobre a ocorrência e a intensidade da cigarrinha-do-milho nos dois locais.

Observa-se nas tabelas 1 e 2 que as variáveis de temperatura (Tdia, Tnoite, Tméd, Tmin, Tmax) mostram correlações significativas entre Santa Rosa e Cruz Alta. Os coeficientes de correlação são significativos e positivos, indicando relações fortes entre as temperaturas nos dois locais, sugerindo que temperaturas mais altas podem estar associadas a uma maior presença desses insetos. Em estudos realizados por Silva et al. (2021), foi observado que temperaturas acima de 17°C à noite favorecem a densidade populacional dessa praga.

Tabela 1 – Valores de correlação de Pearson entre o número de adultos de *Dalbulus maidis* coletados, o logaritmo natural deste número e valores médios semanais de temperatura do ar, velocidade do vento, chuva, radiação solar, umidade relativa do ar, número de dias com chuva, e respostas dos modelos Lactin e Brière, utilizando médias gerais e dos períodos diurno e noturno.

Variável	Santa Rosa (n=79)				Cruz Alta (n=81)			
	Adultos	p-valor	ln Adultos	p-valor	Adultos	p-valor	ln Adultos	p-valor
Tdia	0,361	0,001*	0,380	0,001*	0,568	0,000*	0,651	0,000*
Tnoite	0,404	0,000*	0,431	0,000*	0,703	0,000*	0,728	0,000*
Tmed	0,379	0,001*	0,403	0,000*	0,684	0,000*	0,713	0,000*
Tmin	0,393	0,000*	0,441	0,000*	0,691	0,000*	0,715	0,000*
Tmax	0,359	0,001*	0,362	0,001*	0,639	0,000*	0,670	0,000*
Vento	0,267	0,017	0,136	0,231	0,178	0,111	0,217	0,052
Chuva	-0,132	0,245	0,028	0,806	-0,092	0,417	-0,047	0,680
Radiação	0,150	0,186	0,189	0,095	0,476	0,000*	0,498	0,000*
UR	-0,217	0,055	-0,201	0,076	-0,431	0,000*	-0,457	0,000*

Dias chuva	-0,052	0,651	0,055	0,631	0,020	0,858	0,041	0,717
Lactin dia	0,011	0,925	0,240	0,034*	0,550	0,000*	0,641	0,000*
Lactin noite	0,403	0,000*	0,431	0,000*	0,704	0,000*	0,729	0,000*
Lactin media	0,339	0,002*	0,394	0,000*	0,681	0,000*	0,713	0,000*
Brière dia	0,137	0,229	0,258	0,022*	0,497	0,000*	0,594	0,000*
Brière noite	0,374	0,001*	0,440	0,000*	0,726	0,000*	0,761	0,000*
Brière media	0,285	0,011*	0,370	0,001*	0,646	0,000*	0,706	0,000*

* Significativo em 5% de probabilidade de erro.

Há correlações significativas entre o número de adultos de *Dalbulus maidis* e as respostas dos modelos Lactin e Brière em ambos os locais e em diferentes períodos do dia (Tabela 1 e Tabela 2). Isso sugere que as condições climáticas correlacionadas por esses modelos podem estar relacionadas à presença desses insetos. Estudos indicam que a temperatura desempenha um papel crucial no ciclo de vida dos insetos, influenciando tanto a intensidade quanto a duração dos períodos relevantes do seu desenvolvimento (MARCHIORO et al., 2017; SENTIS et al., 2013).

Estudos demonstram que a faixa de temperatura para oviposição fica entre 17,5 °C a 35 °C e que a temperatura afeta a postura e eclodibilidade dos ovos (SABATO, 2022), o que corrobora os dados encontrados.

As variáveis velocidade do vento, chuva e número de dias com chuva não apresentaram significância de correlação.

Tabela 2 – Valores de correlação de Spearman entre o número de adultos de *Dalbulus maidis* coletados, o logaritmo natural (ln) deste número e valores médios semanais de temperatura do ar, velocidade do vento, chuva, radiação solar, umidade relativa do ar, número de dias com chuva, e respostas dos modelos Lactin e Brière, utilizando médias gerais e dos períodos diurno e noturno.

Variável	Santa Rosa (n=79)				Cruz Alta (n=81)			
	Adultos	p-valor	ln Adultos	p-valor	Adultos	p-valor	ln Adultos	p-valor
Tdia	0,394	0,000*	0,392	0,000*	0,620	0,000*	0,626	0,000*
Tnoite	0,456	0,000*	0,456	0,000*	0,687	0,000*	0,696	0,000*
Tméd	0,422	0,000*	0,421	0,000*	0,676	0,000*	0,686	0,000*
Tmin	0,475	0,000*	0,475	0,000*	0,681	0,000*	0,687	0,000*
Tmax	0,379	0,001*	0,377	0,001*	0,637	0,000*	0,643	0,000*
Vento	0,091	0,422	0,092	0,420	0,187	0,095	0,177	0,113
Chuva	-0,043	0,706	-0,039	0,734	-0,070	0,532	-0,075	0,507

Radiação	0,147	0,197	0,144	0,205	0,443	0,000*	0,447	0,000*
UR	-0,178	0,116	-0,173	0,127	-0,406	0,000*	-0,429	0,000*
Dias chuva	-0,005	0,964	-0,001	0,990	0,032	0,779	0,028	0,802
Lactin dia	0,301	0,007*	0,299	0,008*	0,620	0,000*	0,626	0,000*
Lactin noite	0,456	0,000*	0,456	0,000*	0,687	0,000*	0,696	0,000*
Lactin méd	0,420	0,000*	0,419	0,000*	0,676	0,000*	0,686	0,000*
Brière dia	0,319	0,004*	0,317	0,005*	0,595	0,000*	0,602	0,000*
Brière noite	0,455	0,000*	0,455	0,000*	0,690	0,000*	0,702	0,000*
Brière méd	0,410	0,000*	0,409	0,000*	0,676	0,000*	0,686	0,000*

* Significativo em 5% de probabilidade de erro.

Ambas as análises indicam associações significativas entre o número de adultos de *Dalbulus maidis* e variáveis meteorológicas como temperatura, radiação solar e umidade relativa do ar. Isso sugere que essas condições climáticas influenciam a presença desses insetos em ambientes agrícolas.

A cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* é extremamente sensível às variações de temperatura e exibe comportamentos adaptativos em resposta a mudanças nas condições térmicas; as variações de temperatura afetam diretamente as atividades de alimentação, reprodução e movimentação; e temperaturas mais elevadas podem acelerar processos metabólicos, enquanto temperaturas mais baixas podem reduzir a atividade (OLIVEIRA, 2021).

Alguns trabalhos sugerem que condições ideais para a aquisição e inoculação de mollicutes ocorrem entre 27°C e 30°C durante o dia, e cerca de 18°C à noite (PINTO, 2021), sendo de grande importância a compreensão da relação entre temperatura e desenvolvimento para prever o número de gerações de uma praga em uma temporada. Isso é vital para estratégias de manejo, pois ajuda a determinar os momentos mais críticos para aplicação de medidas de controle.

Ainda, de acordo com Waquil (2004), a biologia da cigarrinha-do-milho é sensivelmente afetada pela temperatura, onde o seu ciclo biológico se completa em 24 dias, quando encontra temperaturas entre 26°C a 32°C, ocorrendo uma maior eclodibilidade e aumento na população do inseto.

3.4 CONCLUSÃO

Os modelos Lactin e Brière, mostraram correlações significativas com a presença de *Dalbulus maidis*, e são ferramentas promissoras para prever a ocorrência

de cigarrinhas e orientar o manejo agrícola. Integrar esses modelos em práticas de manejo integrado de pragas pode aumentar a eficiência, sustentabilidade e resiliência da produção agrícola. A implementação prática dessas ferramentas exige monitoramento rigoroso, desenvolvimento de plataformas de previsão, capacitação dos produtores e validação contínua dos modelos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temperatura média noturna do ar apresentou significância em ambas as análises de correlação, sendo identificada como um indicador significativo da movimentação de *Dalbulus maidis*. Isso sugere que a temperatura noturna do ar desempenha um papel crucial na dinâmica e migração desse inseto, tornando-se um potencial indicador para prever o seu deslocamento, demonstrando a importância de entender e monitorar as condições climáticas locais e suas consequências na dinâmica populacional de pragas agrícolas, como a cigarrinha-do-milho, para implementar estratégias de manejo que auxiliem no desenvolvimento de ferramentas eficazes de monitoramento e controle dessa praga nas lavouras de milho.

As condições ambientais permanecem sendo muito favoráveis ao ciclo biológico do inseto- praga, fazendo com que continue se multiplicando e gerando um aumento significativo de ninfas, que posteriormente se tornarão os adultos que estarão presentes durante o período de florescimento do milho, neste momento crítico para a cultura, os adultos podem migrar facilmente de uma lavoura para outra em busca de alimento e condições adequadas para reprodução, espalhando-se entre diferentes áreas de plantio, assim como entre safras o que pode perpetuar a sua presença ao longo do tempo, tornando-a um problema persistente em uma região agrícola.

Ainda, a capacidade de migração da cigarrinha mostra como é fundamental monitorar e compreender as interações que ocorrem dentro da lavoura com essas migrações e o aumento populacional, sendo que através do monitoramento, é possível identificar a sua ocorrência na safra. Essa migração constante entre as lavouras pode dificultar o controle eficaz, pois requer uma abordagem coordenada e integrada em várias áreas de cultivo. Estratégias de manejo que consideram não apenas o controle dentro de uma única lavoura, mas também a cooperação entre produtores e a implementação de medidas preventivas em toda a região, podem ser essenciais para lidar com essa situação e minimizar os danos às colheitas.

Os resultados deste estudo sugerem a importância de monitoramento e do desenvolvimento de ferramentas que auxiliem neste monitoramento, levando em consideração as condições meteorológicas. Através da modelagem dos dados, pode-se estimar o risco climático para a ocorrência da cigarrinha, e reunir informações importantes para aliar as estratégias de manejo e desenvolver um modelo de predição

que levou em conta as condições climáticas, principalmente a temperatura, e que permitiu estimar o nível de ocorrência da praga, gerando um sistema de alerta baseado na classificação de risco, que servirá como auxílio para os produtores na tomada de decisão na hora de planejar o manejo, prevendo a chegada da praga e acompanhando a sua evolução para tomada de ações mais assertivas, minimizando as perdas nas lavouras ao longo do ano causadas pelo inseto, e reduzindo o impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALVES, A. P.; PARODY, B.; BARBOSA, C. M.; OLIVEIRA, C. M.; SACHS, C.; SABATO, E. O.; GAVA, F.; DANIEL, H.; OLIVEIRA, I. R.; FORESTI, J.; COTA, L. V.; CAMPANTE, P.; GAROLLO, P.; PALATNIK, P.; ARAUJO, R. M. **Guia de boas práticas para o manejo dos enfezamentos e da cigarrinha-do-milho**. São Paulo: Croplife Brasil, 2020.

ALVES, E. et al. Fatos marcantes da agricultura brasileira. In: ALVES, E. R. A.; SOUZA, G. S.; GOMES, E. G. (eds.). **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2013. p. 15-45.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J.; MARIN, F. R.; PELLEGRINO, G. Q.; EVANGELISTA, S. R.; OTAVIAN, A. F. **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. Brasília, DF: Embaixada Britânica, 2008. 82 p.

AUAD, A. M.; ALVES, S. O.; CARVALHO, C. A.; SILVA, D. M.; RESENDE, T. T.; VERÍSSIMO, B. A. **The impact of temperature on biological aspects and life table of *Rhopalosiphum padi* (Hemiptera: Aphididae) fed with signal grass**. Florida Entomologist, v. 92, n. 4, p. 569-577, 2009.

AUAD, A. M.; FONSECA, M. G. A entomologia nos cenários das mudanças climáticas. In: BETTIOL, W.; HAMADA, E.; ANGELOTTI, F.; AUAD, A. M.; GHINI, R. **Aquecimento global e problemas fitossanitários**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2017.

ÁVILA, C. J.; OLIVEIRA, C. M.; MOREIRA, S. C. ; BIANCO, R.; TAMAI, M. A. A cigarrinha *Dalbulus maidis* e os enfezamentos do milho no Brasil. **Plantio Direto**, v. 182, p.18-25, 2021.

BORGES, E. **Virose e enfezamentos transmitidos pela cigarrinha do milho**. 2. ed. Curitiba: LG/Campo em Foco, 2020. 8p.

BRAGA, G. A.; TERNES, S.; VILAMIU, R. G. d'A.; CASTRO, A.; SILVA, M. V.; LARANJEIRA, F. F. Modelagem matemática da dinâmica temporal do HLB em citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 8., 2011, Bento Gonçalves. **Anais**. Florianópolis: UFSC; Pelotas: UFPel, 2011.

BRIÈRE, J.; PRACROS, P.; LE ROUX, A.; PIERRE, J. S. A novel rate model of temperature-dependent development for arthropods. **Environmental Entomology**, v. 28, n. 1, p. 22 – 29, 1999.

CANALE, M.C.; NESI, C.N.; CASTILHOS, R.V. Abundance of *Dalbulus maidis* and impact of maize rayado fino disease on different genotypes in field conditions in Santa Catarina, Brazil. **Tropical Plant Pathology**. 2023.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, sexto levantamento. Brasília: CONAB, 2023. 87p. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 08 nov. 2023.

COTA, L. V.; OLIVEIRA, I. R. SILVA, D. D.; MENDES, S. M.; COSTA, R. V.; SOUZA, I. R. P.; SILVA, A. F. **Manejo da cigarrinha e enfezamentos na cultura do milho**. Brasília: Embrapa, 2021. 17p. Disponível em: <https://sistema-faep.org.br/wp-content/uploads/2021/02/Cartilha-cigarrinha-e-enfezamentos_WEB.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2023.

CRUZ, I. Manejo de pragas da cultura do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. (eds.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 303-362.

CUNHA, T. G. **Dinâmica espaço-temporal da cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), vetor de doenças na cultura do milho**. 2021. 97f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2021.

CUNHA, T.G.; VELOSO, R.V.D.S.; DE ARAÚJO, M.M.M.; TAVARES, L.G.; RIBEIRO, L.F.B.; TORMEN, G.P.; CAMPOS, D.S.; PIKANÇO, M.C.; LOPES, E.A.; PEREIRA, R.R.; SOARES, M.A.; DA SILVA, R. S. **Distribution of *Dalbulus maidis* (DeLong) (Hemiptera: Cicadellidae) and incidence of maize rayado finovirus and *Candidatus Phytoplasma asteris* in corn succession planting systems**. Pest Management Science, v. 79, p. 2325-2337, 2023.

DAVIS, R. **Biology of the Leafhopper *Dalbulus maidis* at Select Temperatures**. Journal of Economic Entomology. v.59, n.3p.766-766, 1966.

FAOSTAT. Statistics Division Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Food and agriculture data**. 2023. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data>>. Acesso em: 05 dez. 2023.

FONSECA, E. M. S.; ARAUJO, R. C. D. **Fitossanidade: princípios básicos e métodos de controle de doenças e pragas vegetais**. São Paulo: Saraiva Educação, 2015.

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.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

INMET. Instituto Nacional de meteorologia. **Normais climatológicas do Brasil**. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso em: 20 jan. 2024.

KÄFER, H.; KOVAC, H.; SIMOV, N.; BATTISTI, A.; ERREGGER, B.; SCHMIDT, A. K. D.; STABENTHEINER, A. (2020). Temperature tolerance and thermal environment of European seed bugs. **Insects**, v. 11, n. 3, p. 197-214, 2020.

LACTIN, D. J.; HOLLIDAY, N. J.; JOHNSON, D. J.; CRAIGEN, R. Improved rate model of temperature-dependent development by arthropods. **Environmental Entomology**, v. 24, n. 1, p. 68-75, 1995.

LEGRAND, A. I.; POWER, A. G. Inoculation and acquisition of maize bushy stunt mycoplasma by its leafhopper vector *Dalbulus maidis*. **Annals of Applied Biology, Warwick**, v. 125, n. 1, p. 115–122, 1994.

LEINS, J. A.; BANITZ, T.; GRIMM, V.; DRECHSLER, M. High-resolution PVA along large environmental gradients to model the combined effects of climate change and land use timing: lessons from the large marsh grasshopper. **Ecological Modelling**, v. 440, p. 1-15, 2021.

MANEIRA, R. **Ferramentas para o controle da cigarrinha-do-milho**. Informativo Técnico Nortox. 32. ed. 2021. Disponível em: <<https://portalapi.nortox.com.br/technical-information/file/25516c6b-edba-47ce-ba1f-4d3d3dcea4e3.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2023.

MARCHIORO, C. A.; KRECHEMER, F. S.; FOESTER, L.A. Estimating the development rate of the tomato leaf miner, *Tuta Absoluta* (Lepdoptera: Gelechiidae), using linear and non-linear models. **Pest Management Science**, v. 73, n. 7, p. 1486–1493, 2017.

MARÍN, R. Biología y comportamiento de *Dalbulus maidis* (hemiptera: Cicadellidae). **Revista Peruana de Entomología**, v. 30, p. 113-117, 1987.

MESQUINI, R. M.; MATTOS, A. P.; RISSATO, B. B.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Progreso temporal de doenças da cultura do milho. **Summa Phytopathologica**, v. 46, n. 2, p. 140-144, 2020.

MONTEIRO, J. E. B. A.; ASSAD, E. D.; SENTELHAS, P. C., AZEVEDO, L. C. Modeling of corn yield in Brazil as a function of meteorological conditions and technological level. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 3, p. 137-148, 2017.

MOYA-RAYGOZA, G. Dinâmica poblacional de *Daubulus* spp. (Homoptera: Cicadellidae) en maiz (*Zea mays*) (Graminae) y sus parientes cercanos. **Folia Entomologica Mexicana**, n. 87, p. 21-29, 1993.

NIEUWENHOVE, G. A. V.; FRÍAS, E. A.; VIRLA, E. G. **Effects of temperature on the development, performance and fitness of the corn leafhopper *Dalbulus maidis* (DeLong) (Hemiptera: Cicadellidae): implications on its distribution under climate change**. **Agricultural and Forest Entomology**, [S.l.] v. 18 n. 1, p. 54-57, 2016. DOI: 10.1111/afe.12118.

OLIVEIRA, E.; OLIVEIRA, C.M.; SOUZA, I.R.P.; MAGALHÃES, P.C.; CRUZ, I. Enfezamento em milho: expressão de sintomas foliares, detecção dos mollicutes e interações com genótipos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 1, p. 53-62, 2002.

OLIVEIRA, C. M. Enfezamentos do milho: bioecologia do inseto-vetor, sintomas, danos e manejo. In: DUARTE, A. P.; TSUNECHIRO, A.; FREITAS, R.S. (eds.). **3 décadas de inovações na cultura do milho safrinha: avanços e desafios**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2021. p. 187-214.

OLIVEIRA, C. M.; FRIZZAS, M. R. Eight decades of *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera, Cicadellidae) in Brazil: what we know and what we need to know. **Neotropical Entomology**, v. 51, n. 1, p. 1-17, 2021.

OLIVEIRA, C. M.; LOPES, J. R. S. Parasitóides de ovos da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott), em Piracicaba. **Revista de Agricultura**, v. 75, n. 2, p. 263-270, 2000.

OLIVEIRA, C. M.; LOPES, J. R. S.; NAULT, L. R. Survival strategies of *Dalbulus maidis* during maize off-season in Brazil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 147, n. 2, p. 141-153, 2013.

OLIVEIRA, C. M.; OLIVEIRA, E.; CANUTO, M.; CRUZ, I. Controle químico da cigarrinha-do-milho e incidência dos enfezamentos causados por mollicutes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 297-303, 2007.

OLIVEIRA, E.; LANDAU, E. C.; SOUSA, S. M. Simultaneous transmission of phytoplasma and spiroplasma by *Dalbulus maidis* leafhopper and symptoms of infected maize. **Phytopathogenic Mollicutes**, v. 5, n. 1, p. 99-100, 2015.

OLIVEIRA, E.; SOUSA, S. M.; LANDAU, E. C. Transmission of maize bushy stunt phytoplasma by *Dalbulus maidis* leafhopper. **Bulletin of Insectology**, v. 64, p. 153-154, 2011.

OLIVEIRA, C.M.; FRIZZAS, M.R. Eight Decades of *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera, Cicadellidae) in Brazil: What We Know and What We Need to Know. 2022. **Neotropical Entomology**, v. 51, n. 1, p. 1 – 17.

PELLEGRINO A. C.; PEÑAFLORES, M. F. G. V.; NARDI, C.; BEZNER-KERR, W.; GUGLIELMO, C. G.; BENTO, J. M. S.; MCNEIL, J. N. Weather forecasting by insects: modified sexual behaviour in response to atmospheric pressure changes. **PLoS ONE**, v. 8, n. 10, p. 1-5, 2013.

RAMOS, A.; ESTEVES, M.B.; CORTÉS, M.T.B.; LOPES, J.R.S. *Maize bushy stunt phytoplasma* favors its spread by changing host preference of the insect vector. **Insects**, v. 11, n.9, 2020.

RAMOS, A. **Efeito de maize bushy stunt phytoplasma na sobrevivência de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) sobre milho e plantas infestantes**. 2016. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016

RIBEIRO, L. P; CANALE, M. C. Cigarrinha-do-milho e o complexo de enfezamentos em Santa Catarina: panorama, patossistema e estratégias de manejo. **Agropecuária Catarinense**, v. 34, n. 2, p. 22-25, 2021.

ROCHA, S.; CALDEIRA, M. C.; BURBAN, C.; KERDELHUÉ, C.; BRANCO, M. Shifted phenology in the pine processionary moth affects the outcome of tree–insect interaction. **Bulletin of Entomological Research**, v. 110, n. 1, p. 68-76, 2020.

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

SCUDDER, GGE (2017). “A importância dos insetos”. Biodiversidade de insetos: ciência e sociedade. Editores RG Footitt e PH Adler (Chichester, Reino Unido: Wiley-Blackwell), 9–43.

SABATO, E. O. Enfezamento e viroses no milho. In: PAES, M. C. D. (ed.). **Seminário Nacional Milho Safrinha: construindo sistemas de produção sustentáveis e rentáveis – livro de palestras**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2017. p. 196-219.

SABATO, E. O.; OLIVEIRA, C. M. Densidade da cigarrinha *Dalbulus maidis* e reflexo na infecção do milho com mollicutes e MRFV. CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 51., 2019, Recife. ... Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2019. p. 425.

SABATO, E. O. Cigarrinha, enfezamentos e viroses no milho: identificação e manejo do risco / Elizabeth de Oliveira Sabato, Charles Martins de Oliveira. – Brasília, DF: Embrapa, 2020.

SENTIS, A.; HEMPTINNE, J. L.; BRODEUR, J. Effects of simulated heat waves on an experimental plant–herbivore–predator food chain. **Global Change Biology**, v.19, n. 3, p. 833-842, 2013.

SILVA, D. D.; SOUZA, I. R. P.; OLIVEIRA, I. R.; MENDES, S. M.; COTA, L. V.; COSTA, R. V.; OLIVEIRA, C. M.; MEIRELLES, W. F.; BORDIN, I.; BIANCO R.; ANDROCIOLI, H. G.; SILVA, M. R. L.; LEMISKA, A.; ARAÚJO, M. M. **Protocolos para experimentação, identificação, coleta e envio de amostras da cigarrinha *Dalbulus maidis* e de plantas com enfezamentos em milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2021. 23p.

SILVEIRA, C. H. **Eficácia de inseticidas no controle de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) e da transmissão de espiroplasma do milho**. 2019. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

TOUGERON, K.; BRODEUR, J.; LE LANN, C.; BAAREN, J. V. How climate change affects the seasonal ecology of insect parasitoids. **Ecological Entomology**, v. 45, n. 2, p. 167-181, 2019.

VAN NIEUWENHOVE, GA, FRÍAS, EA e VIRLA, EG (2016), **Efeitos da temperatura no desenvolvimento, desempenho e aptidão da cigarrinha do milho *Dalbulus***

maidis (DeLong) (Hemiptera: Cicadellidae): implicações na sua distribuição sob as mudanças climáticas. Agr Floresta Entomol, 18:10.
<https://doi.org/10.1111/afe.12118>

WAQUIL, J. M. **Cigarrinha-do-milho: vetor de mollicutes e vírus.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 6p.

WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A.; CRUZ, I.; SANTOS, J. P. Aspectos da biologia da cigarrinhado-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 3, p. 413-420, 1999.

ZHANG, Y.; HELD, I.; FUEGLISTALER, S. Projections of tropical heat stress constrained by atmospheric dynamics. **Nature Geoscience**, v. 14, n. 3, p. 133-137, 2021.