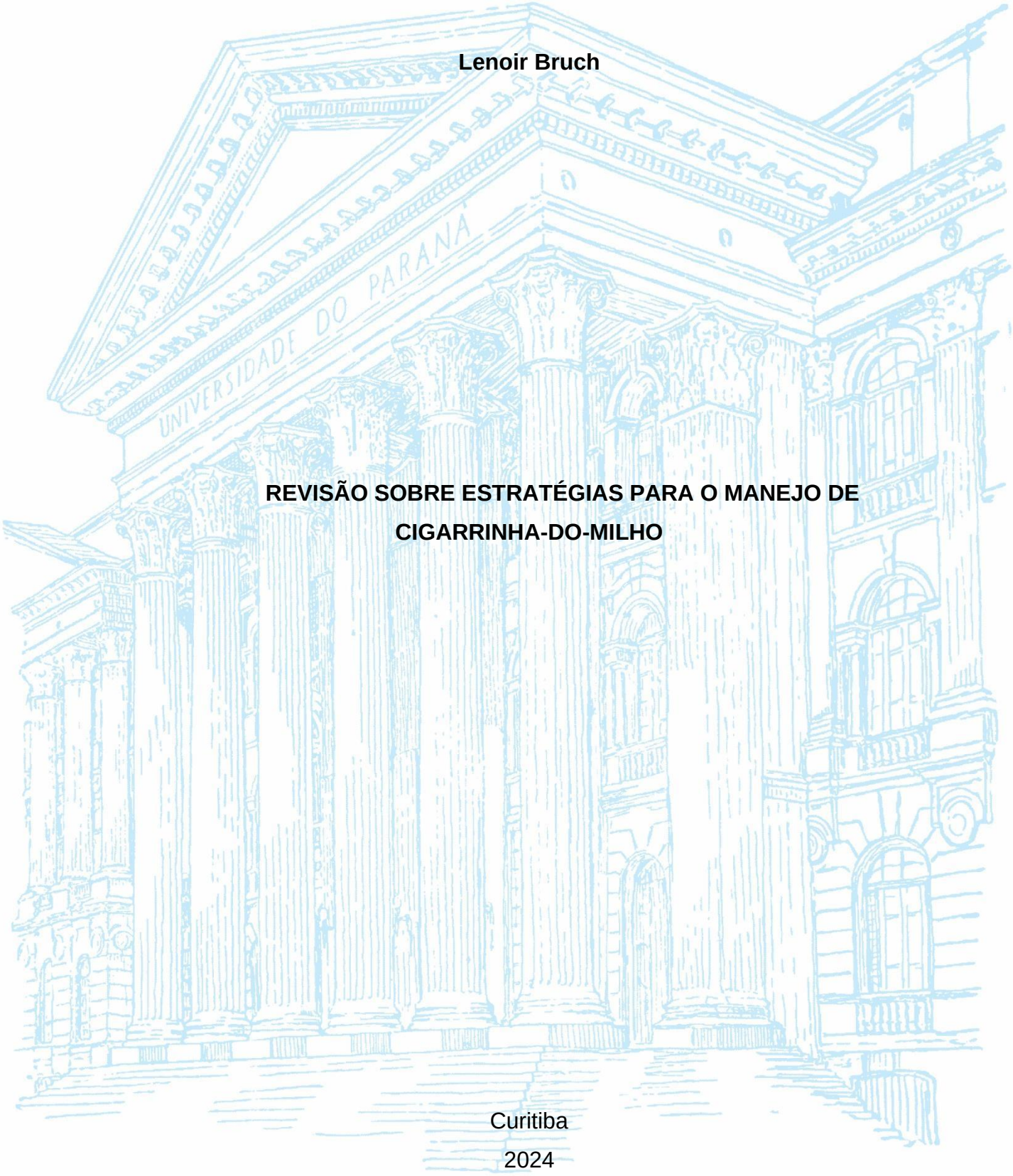
Universidade federal do Paraná

Lenoir Bruch



REVISÃO SOBRE ESTRATÉGIAS PARA O MANEJO DE CIGARRINHA-DO-MILHO

Curitiba

2024

LENOIR BRUCH

REVISÃO SOBRE ESTRATÉGIAS PARA O MANEJO DE CIGARRINHA-DO-MILHO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Aparecida Cassilha Zawadneak

Curitiba

2024

resumo

A cigarrinha-do-milho (*Daubulus maidis*) é uma praga com alto potencial de causar perdas de produtividade na cultura do milho devido à transmissão de fitopatógenos como bactérias e vírus que causam distúrbios fisiológicos nas plantas. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico e discutir sobre estratégias de manejo que contribuam para minimizar problemas causados pela cigarrinha-do-milho. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática da literatura (artigo experimental, artigo de revisão e capítulo de livro) em bancos de dados na Web no período de 1990 a 2024. Foram também incluídos os critérios de trabalhos publicados no idioma inglês e a classificação Qualis. Os dados obtidos foram analisados no R Studio, Versão 4.2.0, utilizando o pacote Bibliometrix, através do aplicativo Biblioshiny. Os métodos de controle cultural foram destacados como relevantes no manejo da cigarrinha-do-milho. Tais como a rotação de culturas, evitar semeaduras tardias, uso de genótipos tolerantes aos patógenos transmitidos pela cigarrinha e a remoção de plantas voluntárias no período de entressafra, com o objetivo de se reduzir a incidência da praga e dos patógenos. Tem-se relatado que outras gramíneas têm servido como hospedeiras alternativas para a cigarrinha-do-milho. Quanto aos métodos biológicos, embora exista alternativas, os mais reportados têm sido o uso de fungos entomopatogênicos. O controle químico também é destacado como um dos mais relevantes no controle da cigarrinha-do-milho. Tem sido recomendado o tratamento de sementes com inseticidas do grupo químico dos neonicotinóides, seguido por pulverizações sequenciais na fase inicial de desenvolvimento do milho, com inseticidas a base de neonicotinóides, acefatos e piretróides. Pesquisas indicam, especialmente nos últimos dois anos, a importância de se atentar ao problema causado pelo *Dalbulus maidis*, e como a praga se propagou nas principais áreas produtoras de milho no mundo, evidenciando seu potencial de causar danos e se disseminar. Assim, recomenda-se a associação de diferentes estratégias culturais, químicas e biológicas para o controle da cigarrinha-do-milho.

Palavras-chave: *Daubulus maidis*. *Zea mays*. enfezamento. bibliometria.

ABSTRACT

The corn leafhopper (*Daubulus maidis*) is a pest with a high potential to cause yield losses in corn crops due to the transmission of phytopathogens such as bacteria and viruses that cause physiological disorders in plants. Thus, the objective of this work was to carry out a bibliographic survey and discuss management strategies in avoiding damage from the corn leafhopper. For this, a systematic review of the literature (research article, review article, and book chapter) was carried out in web databases from 1990 to 2024. The criteria for works published in English and the Qualis classification were also included. The data obtained were analyzed in R Studio, Version 4.2.0, using the Bibliometrix package, through the Biblioshiny application. Cultural control methods were highlighted as relevant in the management of the corn leafhopper. Such as crop rotation, avoiding late sowing, using genotypes tolerant to pathogens transmitted by the leafhopper, and removing volunteer plants during the off-season, to reduce the incidence of the pest and pathogens. It has been reported that other *Poaceae* are alternative hosts for the corn leafhopper. Although there are other alternatives for biological methods, the most reported have been the use of entomopathogenic fungi. Chemical control is also highlighted as one of the most relevant in controlling the corn leafhopper. Seed treatment with insecticides from the neonicotinoid chemical group has been recommended, followed by sequential spraying in the early stage of corn development, with insecticides based on neonicotinoids, acephates, and pyrethroids. Research has shown, especially in the last two years, the importance of paying attention to the problem caused by *Dalbulus maidis*, and how the pest has spread in the main corn-producing areas of the world, highlighting its potential to cause damage and spread. Therefore, it is recommended to associate different cultural, chemical, and biological strategies to control the corn leafhopper.

Keywords: *Daubulus maidis*. *Zea mays*. corn stunting. bibliometrics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 5

1.2 HISTÓRIA E ORIGEM DA CULTURA DO MILHO 9

1.3 CICLO FENOLOGICO DO MILHO 10

1.4 PRAGAS DO MILHO 10

2 JUSTIFICATIVA 11

2.1 OBJETIVOS 12

2.1.1 Objetivo geral 12

2.1.2 Objetivos específicos 12

3 MATERIAL E MÉTODOS 12

3.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA 12

4 RESULTADOS 13

4.1 TAXONOMIA 13

4.2 BIBLIOMETRIA 13

4.3 MÉTODOS DE CONTROLE CITADOS NOS ARTIGOS 21

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 23

REFERÊNCIAS 25

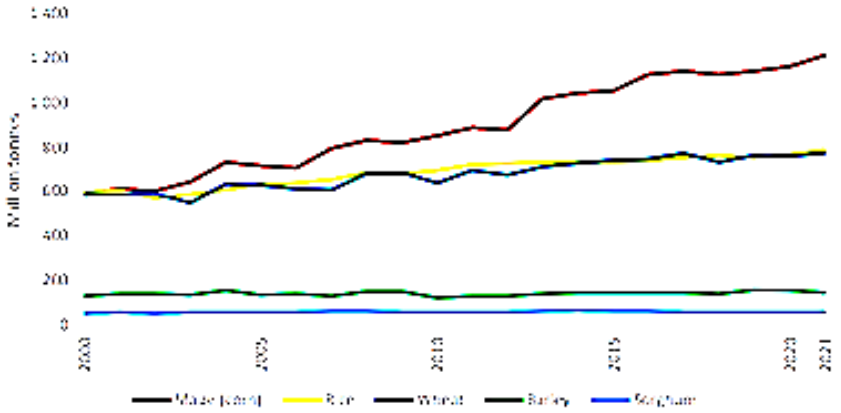
1 INTRODUÇÃO

1.1. ASPECTOS GERAIS

Zea mays L. (Gramineae/Poaceae) é conhecido por vários nomes comuns. Em espanhol, é chamado de “maiz”, em francês, “mais”, em português “milho” e na Índia “makka” (GARCIA-LARA; SERNA-SALDIVAR, 2019). O milho foi originado nas terras altas do sul do México entre 7.000 e 10.000 anos atrás (BEADLE, 1980; GARCIA-LARA; SERNA-SALDIVAR, 2019). Segundo registros, ele é a variante domesticada do teosinto (GARCIA-LARA; SERNA-SALDIVAR, 2019). Após o descobrimento das Américas, o milho foi levado para a Europa e disseminou-se por todo o mundo. Hoje, o milho é cultivado em diversas regiões e é extensivamente utilizado como alimento humano ou para ração animal devido às suas qualidades nutricionais, contendo quase todos os aminoácidos conhecidos, com excepção da lisina e do triptofano (BARROS; CALADO, 2014). Na agricultura de subsistência, o milho é cultivado e utilizado como cultura alimentar básica, mas em muitos países desenvolvidos, mais de 85% do milho produzido ou importado é utilizado para alimentação animal (FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION, 2018). Além disso, o milho, além de alimento, ele é essencial na produção de biocombustíveis, influenciando economias e sustentabilidade. Sua versatilidade redefiniu o panorama agrícola global, tornando-se um elemento fundamental na busca por soluções alimentares e energéticas.

Dentre os cereais, o milho é o cereal mais importante em termos de produção (Figura 1) (FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION, 2018). Estados Unidos, China, Brasil, Argentina, Ucrania e Índia lideram o ranking dos maiores produtores de milho do mundo (GARCIA-LARA; SERNA-SALDIVAR, 2019) (Figura 2). Juntos, os cinco primeiros países produziram, ao final da safra 2022/23, mais de 853 milhões de toneladas de milho ou 74% da produção mundial (BOSCHIERO, 2024).

FIGURA 1. PRODUÇÃO MUNDIAL DE CEREAIS

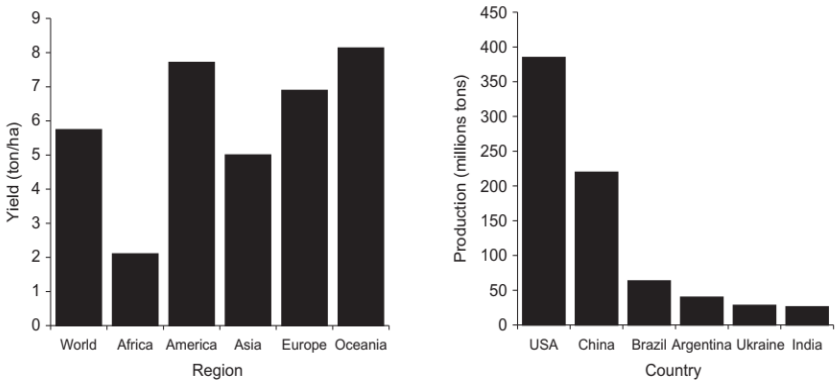


Source: FAO. 2022. FAOSTAT: Production: Crops and livestock products. In: *FAO*. Rome. Cited December 2022. https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL

Fonte: FAOSTAT (2022)

FIGURA 2. PRODUÇÃO MUNDIAL DE MILHO

(A) Produção por região e (B) Paises maiores produtores de milho



Fonte: Food and agricultural Organization, FAOSTAT (2019)

A cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera, Cicadellidae) é considerada uma das principais pragas do milho (*Zea mays* L.) na América Latina. Isso é devido à sua capacidade de transmitir eficientemente a bactéria *Spiroplasma kunkelii* Withcomb et al. [espiroplasma de dublê de milho (CSS)] e o fitoplasma atrofiado do milho (MBSP), que causa as doenças conhecidas como doenças do crescimento do milho e o vírus raiado fino do milho (MRFV) (NAULT, 1980; 1990). Embora taxonomicamente distintos, os três patógenos coabitam os vasos do

floema do milho; eles são semelhantemente transmitidos e têm uma distribuição geográfica comum (OLIVEIRA; LOPES 2004). As doenças do milho são sistêmicas e vasculares (floema). Doenças que afetam a fisiologia e nutrição das plantas de milho podem causar perdas de mais de 70% na produção de grãos (OLIVEIRA et al., 2002c, 2005; SABATO, 2017). Registradas no Brasil há pelo menos 50 anos (COSTA et al., 1971; KITAJIMA; COSTA, 1972), doenças de atrofiamento do milho ocorreram em surtos epidêmicos esporádicos desde a década de 1990 (OLIVEIRA et al., 1998, 2003a; SABATO, 2017). No entanto, desde 2015, o milho no Brasil tem apresentado significativas e sistemáticas perdas na produção devido à ocorrência dessas doenças em diversas regiões dos estados da Bahia, Goiás, Minas Gerais, e São Paulo. Ressalta-se aqui que a produção de milho representa o segundo mais importante commodity para o Brasil, com produção estimada de 110 milhões de toneladas na safra 2023/2024 (CONAB, 2024). Além disso, mais recentemente, estas doenças foram relatadas em estados do sul do Brasil (Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina) (SABATO, 2018; OLIVEIRA et al., 2020; RIBEIRO; CANALE, 2021).

A cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae) foi descrita em 1923 a partir de amostras de San Sebastian em Porto Rico e foi originalmente referido como *Cicadula maidis* DeLong & Wolcott (WOLCOTT, 1923). Em sua descrição original, D. M. DeLong e G.N. Wolcott mencionou que esta espécie é abundante no milho, seu principal hospedeiro, mas também pode ser observado em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e cenoura (*Daucus carota* L.). Em 1936, a cigarrinha-do-milho foi transferida para o gênero *Baldulus* (OMÃ, 1936). O gênero foi posteriormente separado em *Baldulus* e *Dalbulus* com *D. elimatus* (anteriormente no gênero *Deltocephalus*) como uma espécie-tipo de *Dalbulus*, e a cigarrinha-do-milho (anteriormente do gênero *Baldulus*) também foi transferido para *Dalbulus* (DeLong, 1950). Atualmente, o gênero *Dalbulus* é composto por 13 espécies divididas em três grupos monofiléticos. O grupo *quinquenotatus* compreende duas espécies: *D. quinquenotatus* DeLong & Nault e *D. chiapensis* Triplehorn & Nault. Estas cigarrinhas são especialistas em *Trypsacum* e são consideradas morfologicamente, as mais primitivas do gênero. Elas são encontrados no México e na Costa Rica (TRIPLEHORN; NAULT, 1985; NAULT, 1990).

Embora outras espécies como *D. elimatus* (Ball) também usam milho como hospedeiro, apenas *D. maidis* é amplamente distribuído entre as Américas. Esta

espécie apresenta uma série de características biológicas, ecológicas e comportamentais que conferem vantagens adaptativas sobre seus congêneres. Tem o mais rápido período de desenvolvimento do ovo ao adulto, com maior fecundidade (NAULT; MADDEN, 1985; MADDEN et al., 1986; NAULT, 1990). Além disso, a espécie produz pelo menos duas gerações durante o ciclo do milho e utiliza preferencialmente o verticilo do milho, buscando o meristema que é nutricionalmente o tecido mais rico para alimentação e oviposição, essencial para o estabelecimento bem-sucedido de uma segunda geração. Ela usa todos os recursos oferecidos por uma planta de milho desde o estágio de plântula até a senescência (TODD et al., 1991). É altamente móvel e tem grande capacidade de dispersão. Estas características únicas do gênero deram vantagem na competição interespecífica e permitiu fazer uso extensivo do milho como recurso, para que fossem espalhados por todas as áreas cultivadas, em detrimento de outras espécies semelhantes.

Atualmente, *D. maidis* está distribuída nas regiões tropicais e subtropicais do continente americano, estendendo-se desde do sul dos EUA às regiões temperadas da Argentina (OMÃ, 1948; TRIPLEHORN; NAULT, 1985; CARLONI et al., 2013). Na América do Sul, além de *D. maidis*, *D. gramalotes* Triplehorn & Nault foi registrado no norte da Colômbia *Tripsacum dactyloides* (L.) (TRIPLEHORN; NAULT, 1985). Na ausência da cultura do milho, os cicadelídeos podem se deslocar para plantas hospedeiras adjacentes, com processos de imigração e emigração (BELLOTA et al., 2018).

Estudos ecológicos realizados no estado de Mato Grosso do Sul (município de Anastácio) indicaram que populações de *D. maidis* são capazes de colonizar novas culturas de milho, mesmo que essas áreas estejam a mais de 20 km de distância de outras culturas de milho que funcionariam como fonte das populações do vetor. As populações migrantes *de D. maidis* provavelmente usam correntes de vento para o deslocamento e localização dessas novas áreas de plantio (OLIVEIRA et al., 2013). Nessas populações migrantes, a taxa de infectividade de adultos com patógenos (fitoplasma e espiroplasma) pode variar de 1 a 20%, sugerindo que o inseto vetor representa um reservatório natural desses patógenos durante a entressafra e, portanto, também é responsável por a disseminação de doenças do milho em longas distâncias (OLIVEIRA et al., 2002a).

Pelo fato da cigarrinha-do-milho poder sobreviver em muitas espécies de gramíneas por longos períodos (OLIVEIRA et al., 2020) não é recomendado semear espécies de gramíneas após o cultivo do milho (ALVES et al., 2020).

1.2 HISTÓRIA E ORIGEM DA CULTURA DO MILHO

O milho foi originado nas terras altas do México entre 7.000 e 10.000 anos atrás. Dados arqueológicos mostraram que o milho foi cultivado no ano 2.000 -2.500 AC. A mais antiga evidência paleoetnobotânica de sua domesticação está em um arquivo arqueológico local denominado “Nac Neish”, localizado na parte sul do estado de Tamaulipas, México. É composto por três primitivos e cavernas apresentando dados entre 6.000 e 20.000 anos AC. Outros sítios arqueológicos importantes foram localizados nos estados de Puebla, Oaxaca e México. O registro mais antigo para milho e teosinto (*Zea mexicana* e *Zea perennis*) datado 5.000 anos AC foi encontrado nos sítios arqueológicos chamados “La Playa” e “Nevada”, localizados no vale de Tehuacan. Dois tipos de teosintos chamados Chalco e Balsas foram encontrados no oeste do México localizados em altas e baixas altitudes respectivamente.

Três teorias sobre a origem evolutiva do milho foram postuladas. O primeiro propôs que o milho é o resultado de cruzamento de teosinto com *Tripsacum.* A segunda é que provém de um milho tunicado e que o teosinto é o resultado do cruzamento *Zea* com*Tripsacum*. A terceira, e mais reconhecida, é que o milho evoluiu do teosinto (Tabela 1.1) (GALINAT, 1988; CUEVAS- SÁNCHEZ, 2011; SERNA-SALDÍVAR, 2015). Mangelsdorf (1986) acreditava que o milho evoluiu a partir de milhos extintos que continha glumas cobrindo cada grão. Wilkes (1972) descobriu que o teosinto e o *Tripsacum* não poderiam cruzar-se na natureza, nem em condições de laboratório, e a estrutura do pólen desses dois gêneros também confirmou que o teosinto não derivou de sua hibridização. Além disso, Paulis e Wall (1977) determinaram que os padrões eletroforéticos de zeínas e solúveis em álcool as glutelinas reduzidas dos teosintos foram semelhantes às do milho, mas as do *Tripsacum* mostraram diferenças marcantes. Então, a teoria mais aceita da origem do milho, é que o teosinto é o ancestral porque (1) a hibridação livre e frequente do teosintoe milho ocorrendo na natureza, (2) o mesmo número de cromossomos (n =

10) com estrutura idêntica em ambas as espécies, e (3) os cultivares partilham várias características anatômicas, incluindo características morfológicas semelhantes do pólen.

Segundo Galinat (1988), a origem do milho ocorreu durante a invenção da nova agricultura mundial. Os índios americanos desenvolveram o milho e foram os primeiros criadores porque transformaram a minúscula espiga de teosinto com duas fileiras de cerca de 3 cm de comprimento na primeira pequena espiga de milho com suas quatro fileiras de espiguetas femininas emparelhadas. Essa transformação provavelmente ocorreu há 100 e 200 anos. Evidências baseadas em estudos cromossômicos e na morfologia das espigas indicam que pelo menos duas domesticações de dois teosintos deram origem a dois calos diferentes (classificados como calos piramidais ou cilíndricos). Os piramidais como Palomero Toluqueño, Conico e Chalqueño são descendentes distantes de Chalco Teosinto.

1.3 CICLO FENOLOGICO DO MILHO

O milho é uma gramínea anual, monóica (que indica que cada planta possui duas inflorescências separadas), alógama (que indica que realiza polinização cruzadas, fato que obriga a criação de técnicas para assegurar a estabilidade das plantas; apresenta mecanismo fotossintético C4, característica que contribui para o desenvolvimento das plantas em regiões tropical e semiárida; desenvolve grandes folhas alternadas e grão do milho é fruto seco cariopse (BARGHINI, 2004).

O cultivo do milho tem ganhado cada vez mais espaço no Brasil devido às condições climáticas e cultivares disponíveis. As cultivares modernas se adaptam a uma diversidade de condições climáticas, porém fatores como a radiação solar, o comprimento do dia, a temperatura e a disponibilidade hídrica são essenciais e afetam o desenvolvimento das plantas e a expressão máxima do potencial produtivo (MALDANER et al., 2014).

1.4 PRAGAS DO MILHO

As plantas de milho são hospedeiras de uma grande diversidade de insetos, que podem causar lesões e transmitir doenças, reduzindo assim a produção. Todas as partes das plantas podem ser atacadas, como raízes, caules, folhas e espigas. As pragas mais frequentes nas culturas de milho são as seguintes: cigarrinha-do-milho, *D. maidis* (RAMIREZ-ROMERO et al., 2014); pulgão da folha do milho, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) (BETSIASHVILI et al., 2014); lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (BERNARDI et al., 2015); lagarta da espiga do milho, *Helicoverpa zea* (Noctuidae) (BODDIE, 1850; RHINO et al., 2014); e mosca, *Euxesta eluta* (Loew, 1868) (Diptera: Ulidiidae) (OWENS et al., 2017). Para estratégias adequadas de manejo de pragas na cultura do milho, é necessário avaliar a influência da distribuição espacial e temporal de suas pragas, reconhecer o tipo de comportamento de distribuição (uniforme, agregada ou aleatória) (DONALD et al., 2015).

A ocorrência de cigarrinhas pode ser influenciada pelos estádios fenológicos do milho, talvez sendo mais forte nos períodos vegetativos com folhas jovens. Uma das hipóteses o que poderia explicar esse fator seria que os insetos fitófagos preferem folhas mais macias, como as dos estágios iniciais da planta. Durante o crescimento da planta ocorre acúmulo de componentes fibrosos na folha, formando uma barreira contra o ataque de pragas (BALIEIRO NETO et al., 2013).

2 JUSTIFICATIVA

A cigarrinha-do-milho (*D. maidis*) possui um alto potencial de transmissão de viroses e bactérias causadoras de enfezamentos na cultura, podendo levar a prejuízos como tombamento, distúrbios fisiológicos ou até mesmo a morte da planta. Desta forma é importante compilar informações sobre esta praga, justificando -se uma revisão bibliográfica sobre estratégias para manejo de umas das principais pragas que vem dificultando o cultivo de milho no Brasil.

2.1 OBJETIVOS

2.1.1 Objetivo geral

Realizar um levantamento bibliográfico e discutir sobre estratégias de manejo que contribuam para minimizar problemas causados pela cigarrinha-do-milho.

2.1.2 Objetivos específicos

- Realizar uma revisão bibliográfica sobre principais estratégias de manejo culturais, químicas e biológicas que estão sendo utilizadas no controle de cigarrinha-do-milho;
- Avaliar como e quanto cada uma destas tecnologias está contribuindo para diminuir os problemas causados por essa praga no milho;
- Realizar análise bibliométrica para identificar principais pesquisadores e instituições que tem trabalhado com o problema da praga na cultura do milho;
- Caracterizar os problemas causados pela praga.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

A revisão de literatura foi elaborada a partir de consulta no AGROFIT (BRASIL, 2024), de publicações científicas do Google Acadêmico, das indexadas nas bases de Periódicos da Capes “Scopus” e “Web of Science” no período de 1990 a 2024. Para a busca sistemática na base de dados mencionada, foram utilizados como descritores termos em inglês acrescidos do operador boleano “AND”.

As palavras-chave iniciais utilizadas nesta busca foram (“*Zea mays*” AND “pest*”); (“*Zea mays*” AND “*Dalbulus*” AND “Control”) nas bases de dados *Web of Science e Scopus*, acessadas a partir dos Periódicos da Capes. A análise sistemática se deu, primeiramente, por meio da definição do período a ser abordado, sendo avaliadas o período das pesquisas publicadas no tema. Em seguida, foram definidos

outros critérios de inclusão: trabalhos publicados no idioma inglês, classificação Qualis, utilizando documentos dos tipos artigo, artigo de revisão e capítulo de livro.

- Web of Science: TS=("*Zea mays*" AND "Cicadelidae" and "control" OR "biocontrol")
- Scopus: TITLE-ABS-KEY ("*Zea mays*" AND "Cicadelidae" and "control" OR "biocontrol")

Para realização da análise bibliométrica os dados obtidos através da busca por “Scopus” e “Web of Science” foram analisados no R Studio, Versão 4.2.0. No R Studio os dados foram analisados no pacote Bibliometrix, através do aplicativo Biblioshiny. Na interface do aplicativo foi extraído análises gráficas com os temas, “Nuvens de palavras-chave”, “Publicações em revistas cientificas”, “Artigos publicados sobre o tema de 1990 até 2024”. “Número de citações por autor” e “Países mais Citados”.

4 RESULTADOS

4.1 TAXONOMIA

A cigarrinha-do-milho pertence ao reino Animal, filo Arthropoda, classe Insecta, ordem Hemiptera, familia Cicadellidae, subfamília Deltocephalinae, gênero *Dalbulus* e espécie *D.*maidis (TRIPLEHORN; NAULT, 1985).

4.2 BIBLIOMETRIA

A as informações geradas pela bibliometria informam que os trabalhos de pesquisa com *Dalbulus* vão de 1987 até 2023. A bibliometria apontou 23 periódicos onde foram publicados artigos, desses artigos encontraram-se 33 materiais. O crescimento anual a taxa de crescimento anual ficou em apenas 4% indicando que a estabilização dos trabalhos com relação a controle de *Dalbulus*. Os 33 artigos encontrados, relacionam 118 autores e desses 33 documentos há 1367 referências para incrementar a pesquisa (Figura 3).

FIGURA 3. INFORMAÇÕES GERAIS

FONTE: O autor (2024).

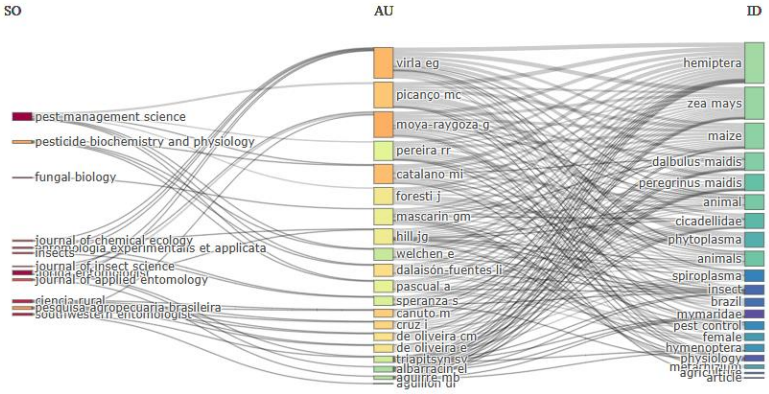
A bibliometria realizada com as palavras (“Zea mays” AND “*Dalbulus*” AND “Control”), gerou uma nuvem de palavras-chaves encontradas nos artigos pesquisados. As palavras-chave mais utilizadas foram “*Dalbulus maidis*”, “Maize”, “*Hemiptera*”, “Zea Mays” e “*Peregrinus maidis*” (Figura 4).

FIGURA 4. NUVEM DE PALAVRAS-CHAVE OBTIDAS DE ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA NO APLICATIVO DA WEB “BIBLIOSHINY”

FONTE: O autor (2024).

O gráfico de três colunas está apresentado na Figura 5. A primeira coluna (da esquerda para direita) representa todos os periódicos publicados, a segunda coluna representa seus respectivos autores, e a terceira coluna representa as palavras-chave mais utilizadas. Esse gráfico facilita a interpretação de quais os principais autores, onde eles estão publicando seus artigos e quais as palavras-chave mais utilizadas, fazendo uma correlação com cada um deles, auxiliando na busca por artigos de maior importância.

FIGURA 5. GRÁFICO DE TRÊS COLUNAS

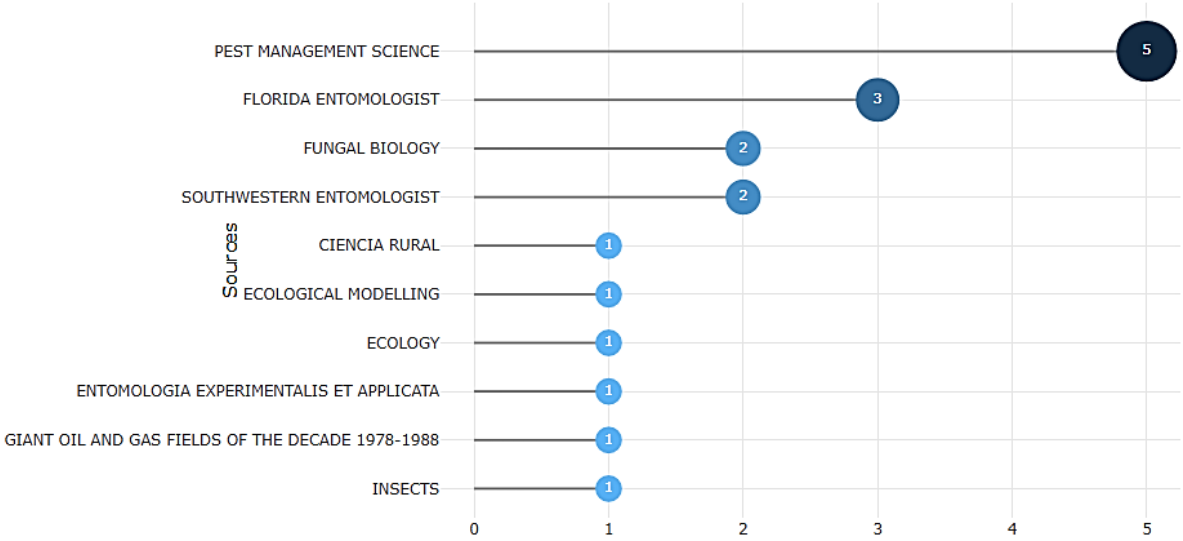


FONTE: O autor (2024).

Os periódicos mais importantes foram *Pest Managent Science* (5 publicações) *Florida Entomologist* (3 publicações), *Fungal Biology* e *Southwestern Entomologist* (2

publicações). *Pest Managent Science* foi o mais relevante com cinco publicações nesse período de 1987 a 2023 (Figura 6).

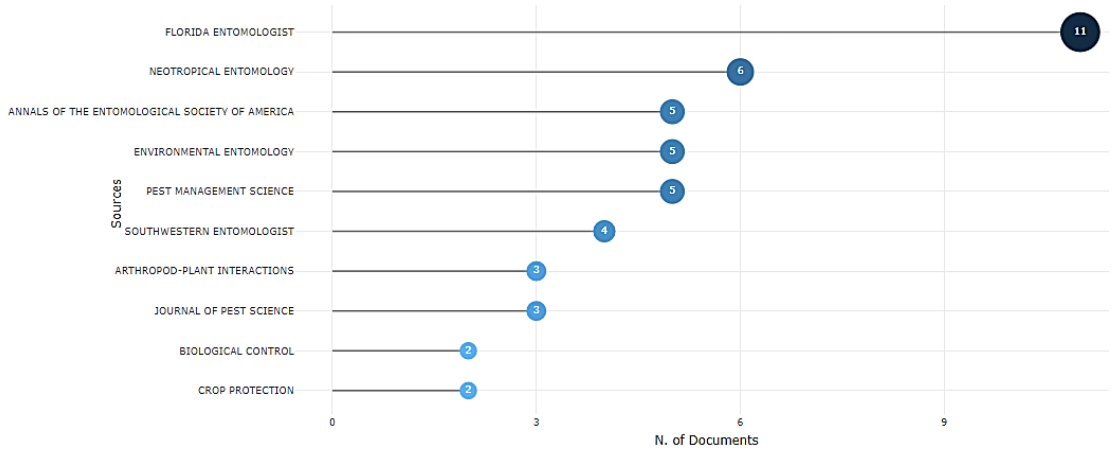
FIGURA 6. PERIÓDICOS COM MAIOR RELEVÂNCIA



FONTE: O autor (2024).

A bibliometria também apontou as principais revistas cientificas que publicaram artigos relacionados as palavras chaves pesquisadas. A revista *Florida Entomologist* foi a que mais apresentou publicações sendo onze publicações totais, em seguida *Neotropical Entomologi* com seis publicações. Com cinco publicações temos as revistas *Environmental Entomogyi*, *Annals The Entomological Society of America* e *Pest Management Science*. Com quatro publicações está a revista *Southwestern Entomologist*. Com três publicaçoes estão as revistas *Arthropod-Plant Interactions*, *Jornal of Pest Science.* Com duas publicações estão *Biological Control*, *Crop Protection* (Figura 12).

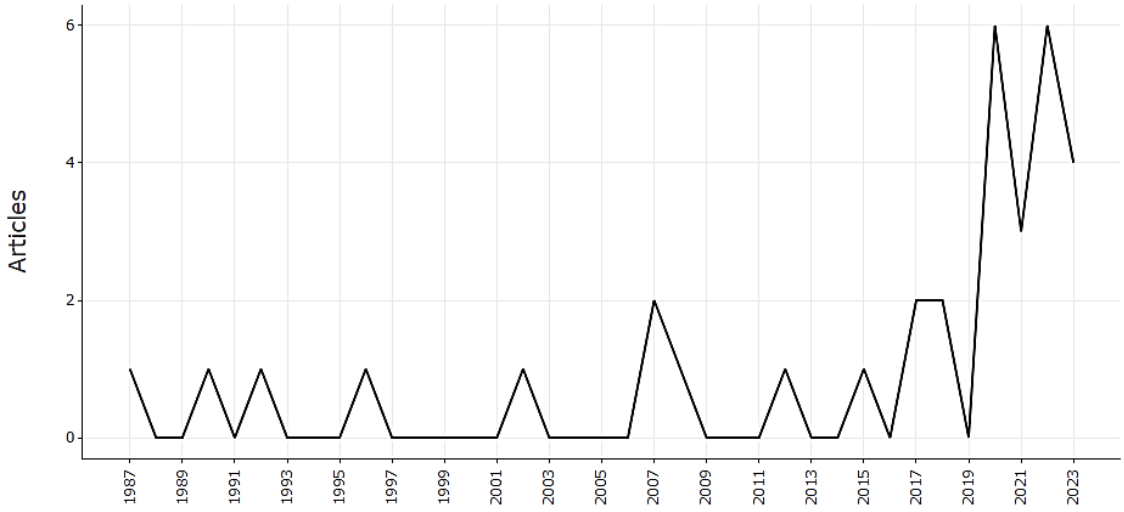
FIGURA 1. PUBLICAÇÕES EM REVISTAS CIENTÍFICAS



FONTE: O autor (2024).

A bibliometria resultou numa linha do tempo com uma baixa oscilação de publicações nos primeiros anos. As informações geradas pela bibliometria mostram que os trabalhos de pesquisa com *Dalbulus* vão de 1987 até 2023. Em 1987 houve apenas 1 trabalho publicado, tendo um pico de publicações de 2019 e 2022 até os dias atuais, mostrando a relevância na preocupação do problema que a praga traz e a importância sobre o tema proposto (Figura 13).

FIGURA 13. PRODUÇÃO CINTÍFICA ANUAL 1987 A 2023

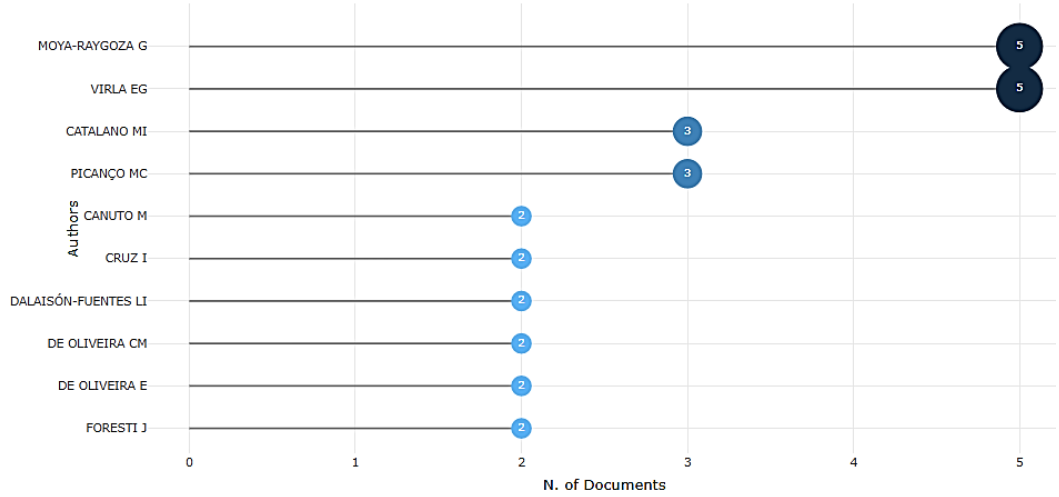


FONTE: O autor (2024).

Os autores com maior relevância dentro deste período foram, MOYA-RAYGOZA G e VIRLA EG com 5 publicações. Com 3 publicações aparece CATALANI

MI e PICANÇO MC, com duas publicações temos CANUTO M, CRUZ I, DALAISON FUENTES LI, DE OLIVEIRA CM, DE OLIVEIRA E, e FORESTI J. Tendo dentro desses trabalhos autores brasileiros (Figura 14).

FIGURA 14. NÚMERO DE CITAÇÕES POR AUTOR



FONTE: O autor (2024)

A figura 15 mostra a distribuição geográfica dos países com maior relevância na produção de artigos relacionados a *Dalbulus maidis*. A cor mais escura indica a maior importância na participação de produções cientificas (Figura 15).

FIGURA 15. PRODUÇÃO CIENTÍFICA DOS PAÍSES

FONTE: O autor (2024)

O país com maior número de artigos publicados é o Brasil, isso se dá por conta do crescente problema com a praga e a inviabilização do plantio de milho em algumas regiões (Figura 16).

FIGURA 16. NÚMERO DE ARTIGOS PUBLICADOS POR PAÍS

region	Freq
BRAZIL	69
ARGENTINA	34
MEXICO	16
USA	15
ITALY	3
DENMARK	1
SOUTH KOREA	1

FONTE: O autor (2024)

Nos últimos dois anos a discussão da problemática com *Dalbulus* se concentrou principalmente no Brasil, Argentina, Mexico e EUA, países que são os principais produtores de milho no mundo. Isso mostra a facilidade de dispersão e adaptação da praga a diferentes regiões onde a cultura e produzida (Figura 17).

FIGURA 17. PRODUÇÕES CIENTÍFICAS NO TEMPO

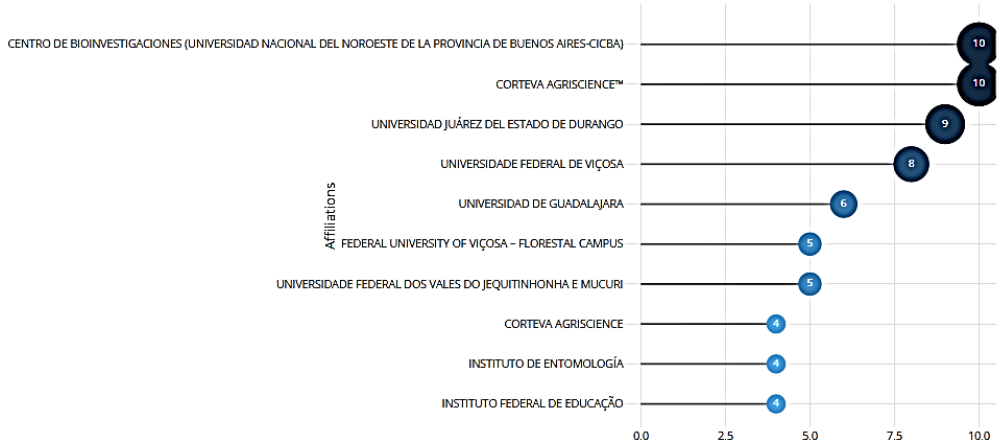
Country	Year	Articles
USA	2023	15
ARGENTINA	2023	34
BRAZIL	2023	69
MEXICO	2023	16
ITALY	2023	3
USA	2022	15
ARGENTINA	2022	28
BRAZIL	2022	54
MEXICO	2022	7
ITALY	2022	3

FONTE: O autor (2024)

Dentre as instituições que mostram maior número de afiliações a publicações cientificas no assunto estão a *Universidade Nacional Del Noroeste de La Provincia de Buenos Aires*, e a empresa *Corteva Agriscience*. Estas duas afiliações tanto de

instituições de pesquisa, quanto de empresas privadas como é o caso da Corteva, que hoje é uma das maiores empresas de agroquímicos mundial, mostra a preocupação na definição de estratégias de manejo e solução para as diversas problemáticas que *D. maidis* vem trazendo para o agronegócio (Figura 18).

FIGURA 18. AFILIAÇÕES MAIS RELEVANTES



FONTE: O autor (2024)

Nos últimos três anos houve uma crescente a busca com palavras relacionadas ao tema onde as palavras Hemiptera, *Zea mays*, Maize, *Daubulus maidis*, animals, *Peregrinus maidis* e Cicadellidae foram as mais utilizadas. A palavra Cicadellidae sinaliza a descoberta de mais famílias do gênero *Dalbulus* que podem estar distribuídas em outras regiões produtoras (Figura 19).

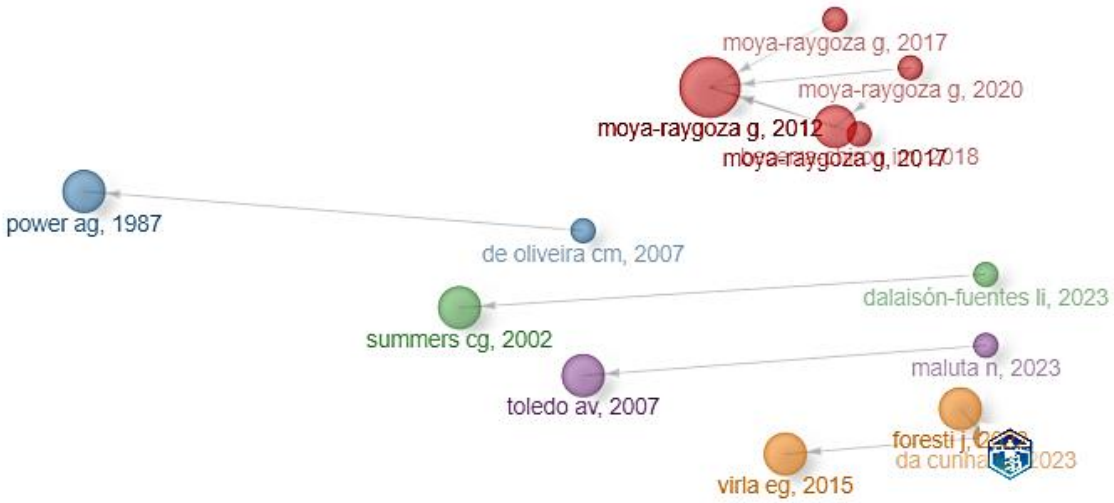
FIGURA 19. FREQUÊNCIA DAS PALAVRAS AO LONGO DO TEMPO

Year	HEMIPTERA	ZEA MAYS	MAIZE	DALBULUS MAIDIS	ANIMAL	ANIMALS	PEREGRINUS MAIDIS	CICADELLIDAE	PHYTOPLASMA	METARHI
2023	38	32	26	19	15	15	14	12	9	8
2022	32	29	22	19	12	12	14	12	6	8
2021	24	24	15	18	8	8	14	12	0	8
2020	18	21	12	15	6	6	11	10	0	7
2019	11	14	7	11	3	3	8	7	0	2
2018	11	14	7	11	3	3	8	7	0	2
2017	9	13	6	11	2	2	8	7	0	2
2016	8	12	5	10	2	2	7	6	0	2
2015	8	12	5	10	2	2	7	6	0	2
2014	7	11	5	9	2	2	6	5	0	2
2013	7	11	5	9	2	2	6	5	0	2

FONTE: O autor (2024)

O historiógrafo mostra com relevância aos principais pesquisadores nas parcerias de pesquisa, se autocitando um o trabalho do outro (Figura 20).

FIGURA 20. HISTORIÓGRAFO



FONTE: O autor (2024)

4.3 MÉTODOS DE CONTROLE CITADOS NOS ARTIGOS

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) é um método que se baseia no uso integrado de técnicas de manejo que visam reduzir a densidade populacional das pragas, juntamente com a redução dos custos de produção e a proteção do ecossistema, estando entre elas o manejo cultural, o biológico e o químico (GALLO et al., 2002). De acordo com Oliveira (2002) e Tordin (2014) o manejo integrado de pragas é uma opção viável para o controle de pragas, utilizando técnicas como o manejo cultural, químico, biológico, a fim de assegurar a sanidade das lavouras e a produtividade de grãos.

Os métodos de controle cultural são os mais adequados considerando a bioecologia dos patógenos e do vetor, pois sendo viáveis, são os mais eficazes e econômicos. Plantios tardios ou escalonados devem ser evitados em áreas próximas, para não favorecer a sobrevivência do inseto vetor ou dos patógenos. A rotação de culturas é uma prática recomendada, pois somente o milho pode ter os danos

causados para esse complexo. Em áreas com histórico de alta incidência dessas doenças, considerar um período livre de pelo menos 3 meses. Monitoramento e remoção de plantas com sintomas de nanismo devem ser realizados em áreas de erradicação de doenças, incluindo milho voluntário (FORESTI et al., 2022).

Dentre as principais estratégias de manejo utilizadas a eliminação de plantas voluntárias de milho antes da semeadura é uma das principais medidas de manejo das doenças de raquitismo do milho (SABATO et al., 2014; SABATO; OLIVEIRA, 2019). As plantas voluntárias de milho são a principal fonte de adultos de *D. maidis* e de inóculo de patógenos para novas plantações de milho (SABATO et al., 2018b).

Embora sejam conhecidos vários inimigos naturais da cigarrinha-do-milho, como parasitóides ou predadores (QUERINO et al. 2017), os métodos biológicos aplicados como controle desse inseto vetor tem sido implementado apenas através o uso de fungos entomopatogênicos como *Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea.* Muitas espécies de gramíneas têm sido indicadas como plantas de abrigo para populações de *D. maidis* durante a entressafra do milho (OLIVEIRA et al. 2020). Observações de campo sugeriram que algumas populações *de D. maidis* começam a deixar as plantas de milho antes mesmo de as plantas envelhecerem e colonizarem gramíneas próximas, como o sorgo, em um estágio inicial de desenvolvimento.As plantas voluntárias de milho parecem desempenhar um papel fundamental na manutenção e no aumento das populações de *D. maidis* e dos agentes patogénicos que causam doenças do crescimento do milho, com um grande impacto na dinâmica destas doenças na paisagem agrícola (SABATO 2018; SABATO et al. 2018b).

O uso de inseticidas biológicos em combinação com inseticidas químicos é recomendado, e sua complementação tem como objetivo tirar proveito do efeito imediato do controle químico e do efeito residual do controle biológico (ALVES et al., 2020).

O tratamento de sementes visa assegurar a qualidade das sementes controlando as pragas e patógenos nas fases iniciais da planta (ABATI; BREZINSKI, 2013). Além do tratamento de sementes, a aplicação com pulverizações nas plantas com produtos químicos é indicada para o controle da cigarrinha-do-milho (GALLO et al., 2002). Para o tratamento de sementes Borges (2020) recomenda aplicação de inseticidas do grupo dos neonicotinóides e em seguida, pulverizações sequenciais a partir do estádio VE, com inseticidas a base de neonicotinóides, acefatos e piretróides.

De acordo com Oliveira (2018), os métodos cultural e químico são os mais utilizados e efetivos no controle da cigarrinha-do-milho, onde, além do tratamento de sementes (Imidacloprid; Clotianidina; Tiametoxan e Acetamiprido) deve haver a aplicação de inseticidas na fase inicial do estabelecimento da cultura repetindo as aplicações com intervalos curtos de 2 a 4 dias.

Em dezembro de 2022, 39 produtos estavam registrados no Ministério da Agricultura (MAPA) para pulverização foliar e tratamento de sementes para o controle de *D. maidis* na cultura do milho, sendo estes 23 compostos por diferentes ingredientes ativos e suas combinações. Entre os principais ingredientes ativos estão: acetamiprido, acefato, beta-ciflutrina, bifentrina, cipermetrina, clotianidina, etiprole, imidacloprid, lambda-cialotrina, lufenurom, profenofós, tiametoxam e tiodicarbe (MAPA, 2022). Tais ingredientes ativos disponíveis para a formulação dos inseticidas pertencem aos grupos dos neonicotinóides, piretróides, organofosforados, carbamatos e fenilpirazóis.

Outros compostos naturais podem também serem utilizados para o controle da cigarrinha-do-milho. Santos et al. (2020) testaram o extrato de nim em diferentes doses (0, 40, 60 e 80 g de folha de nim/litro) como potencial repelente das cigarrinhas e observaram que no tratamento com 40g de nim ocorreu uma diminuição das cigarrinhas logo após a terceira aplicação e até a ausência delas.

De acordo com trabalho conduzido (FORESTI et al., 2022), a temperatura ótima de desenvolvimento para *D. maidis* está dentro da faixa de 26 a 29°C. A precipitação também pode desempenhar um papel essencial na regulação das densidades dela. A precipitação pode afetar as populações de insetos ao afetar o desenvolvimento, interromper o comportamento de acasalamento, aumentar a mortalidade devido ao impacto das gotas de chuva e modular a qualidade do hospedeiro. Portanto, o crescimento populacional *de D. maidis* pode ser afetado negativamente pela precipitação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cigarrinha-do-milho (*D. maidis*) é uma praga de parte aérea, que ataca a cultura do milho e não depende exclusivamente da cultura para sua reprodução e multiplicação, visto que estudos mostram outras gramíneas como hospedeiras alternativas. Seu ataque causa prejuízos direto a cultura com a sucção de seiva e transmissão de complexos de viroses, e fungos denominados de fitoplasma e espiroplasma. A problemática da praga vem sendo discutida por pesquisadores com relevância desde 1987, porém de 2019 a 2023 teve uma relevância muito maior na pesquisa cientifica devido a sua alta disseminação nas áreas de cultivo.

Estudos mostram a relevância na preocupação com o problema causado por *Dalbulus* principalmente nos últimos dois anos, e o quanto a praga se espalhou nas principais regiões produtoras de milho do mundo, mostrando o potencial de dano e de disseminação da praga. Outros estudos também apresentam a influência da temperatura e da precipitação na reprodução e disseminação da praga, mostrando que nem em todos os anos a intensidade do problema será a mesma.

As alternativas de controle para *Daubulus* utilizadas são inúmeras desde controle cultural eliminando pontes verdes como milho tiguera, ou plantas que já apresentam sintomas de enfezamento no cultivo, rotação de cultura, evitar o plantio tardio da cultura, a utilização de cultivares com maior tolerância ao complexo de enfezamento, e o manejo com controle de produtos químicos e biológicos ou a associação dos dois. O ideal é que se utilize a associação de todas essas ferramentas para um melhor manejo e controle da praga.

Nos últimos anos a pesquisa vem desenvolvendo e evoluindo bastante nas estratégias de manejo para controle da praga. As principais empresas produtoras de sementes de milho estão focadas na busca de cultivares que apresentem maior tolerância a praga, e as empresas de agroquímicos e biológicas na obtenção de moléculas e organismos novos que apresentem uma boa eficiência de controle.

REFERÊNCIAS

ALVES, A.; PARÓDIA, 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.R.; PALATNIK, P.; ARAUJO, R. **Guia de boas práticas para o manejo dos enfezamentos e da cigarrinha-do-milho**. Croplife Brasil e Embrapa, São Paulo/SP e Brasília/DF, Brasil. 2020

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>. Acesso em 29 de abril 2023.

ÁVILA, C. J.; OLIVEIRA, C. M.; SILVA-MOREIRA, S.C.; BIANCO, R.; TAMAI, M.A. A cigarrinha *Dalbulus maidis* e os enfezamentos do milho no Brasil: Pragas. A cigarrinha *Dalbulus maidis* e os enfezamentos do milho no Brasil. **Plantiodireto.com.br**, n. 182, p. 18-25, 31 ago. 2021.

BALIEIRO NETO, G., CIVIDANES, T.M.S.; BRANCO, R.B.F.; BUENO, M.S.; POSSENTI, R.; NOGUEIRA, J,R. Disponível em: <**Bol Ind Ani** v.70, n.3, p.252–260, 2013. Disponível em:< https://doi.org/10.17523/bia. v70n3p252>. Acesso em 08/04/ 2024.

BARGHINI, A. **O milho na América do Sul pré-colombiana:** uma história natural. São Leopoldo: Instituto Anchietano de Pesquisa, 2004. 170 p.

BARROS, J.F. C.; CALADO, J.G. A cultura do milho: Texto de apoio para as Unidades Curriculares de Sistemas e Tecnologias Agropecuários, Tecnologia do Solo e das Culturas, Noções Básicas de Agricultura e Fundamentos de Agricultura Geral. ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA, [s. l.], 2014.

BEADLE, G. W. The ancestry of corn. **Scientific American**, v. 242, n.1, p. 112-119, 1980.

BRASIL/ AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 20 março 2024.

CARLONI, E.; CARPANE, P.; PARADELL, S.; LAGUNA, I.; GIMÉNEZ-PECCI, M.P.; Presence of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) and of *Spiroplasma kunkelii* in the temperate region of Argentina. **J Econ Entomol** , v.106, p.1574–1581, 2013. Disponível em: <https:// doi. org/ 10. 1603/ EC123 23> Acesso em 08/04/ 2024.

CONAB Companhia Nacional de Abastecimento. 2024 Série histórica das safras. https:// www. conab. gov. br/ info- agro/ safras/ serie- histo rica- das- safras? start= 20.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION, FAOSTAT, FAO Statistical Databases. 2018. Disponivel em:<https://www.fao.org/3/cc3751en/cc3751en.pdf> Acesso em 08/04/ 2024.

FORESTI, J.; PEREIRA, RR; SANTANA JR, PA; DAS NEVES, TN; DA SILVA, PR; ROSSETO, J.; NOVAIS ISTCHUK, A.; ISHIZUKA, TK; HARTER, W.; SCHWERTNER, MH; ET AL. Distribuição espaço-temporal de *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) e fatores que afetam sua abundância no milho do Brasil. **Pest Management Science**, v,78, p*.* 2196–2203*,* 2022.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 2002. p 725.

GARCIA-LARA, S.; SERNA-SALDIVAR, S. O. Corn History and Culture. p. 1-18, 2019, IN: Corn. EUA :Elsevier. Disponivel em: http://doi:10.1016/B978-0-12-811971-6.00001-2>. Acesso em 08/04/2024.

https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 12 de dezembro de 2022.

MADDEN, L.V.; NAULT, L.R.; HEADY, S.E.; STYER, W.E. Effect of temperature on the population dynamics of three Dalbulus leafhopper species. **Ann Appl Biol** v. 108, p.475–485, 1986. Disponível em: <https:// doi. org/ 10. 1111/j. 1744- 7348. 1986. tb019 86.x>. Acesso em 08/04/ 2024.

MALDANER, L.J. *et al.* Exigência agroclimática da cultura do milho (*Zea mays*). **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 3, p. 13-23, 2014

Nault LR (1980) Maize bushy stunt and corn stunt: a comparison of disease symptoms, pathogen host ranges, and vectors. Phytopathology 70:659–662. Disponível em: <https:// doi. org/ 10. 1094/ phyto- 70- 659>. Acesso em 08/04/ 2024.

NAULT, L.R. Evolution of an insect pest: maize and the corn leafhopper, a case study. **Maydica,** v**.**35, p.165–175, 1990.

NAULT, L.R.; MADDEN, L.V. Ecological strategies of *Dalbulus* leafhoppers. **Ecol Entomol** , v.10, p. 57–63,1985. Disponível em: <https:// doi. org/ 10. 1111/j. 1365 2311. 1985. tb005 34.x> Acesso em 08/04/ 2024.

OLIVEIRA C.M.; LOPES, J.R.S. Cigarrinha-do-milho: aspectos taxonômicos e ecológicos, sobrevivência na entressafra. In: OLIVEIRA, E.; OLIVEIRA, C.M. (eds) **Doenças em milho**: molicutes, vírus, vetores e mancha por *Phaeosphaeria.* Embrapa Informação Tecnológica, Brasíla/DF, pp 61–88, 2004.

OLIVEIRA, C.M.; OLIVEIRA, E.; SOUZA, I.R.P.; ALVES, E.; DOLEZAL, W.; PARADELL, S.; REMES-LENICOV, A.M.M., , M.R. Abundância e riqueza de espécies de cigarrinhas e cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae e Delphacidae) nas culturas brasileiras de milho. **Florida Entomologist,** v**.**96, n4, p.1470– 1481, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1653/024.096.0427> Acesso em 10 de dezembro de 2022.

OLIVEIRA, C.M.; SABATO, E.O. Diseases in maize: insect-vetors, mollicutes and virus, 1st edn. Embrapa Informação Tecnológica, Brasíla , 2017.

OLIVEIRA, E.; MAGALHÃES, P.C.; GOMIDE, R.L.; VASCONCELOS, C.A.; SOUZA, I.R.P., OLIVEIRA, C.M.; CRUZ, I.; SCHAFFERT, R.E. Growth and nutrition of mollicute-infected maize. **Plant Dis** v.86, p.945–949, 2002c. Disponivel em:<https:// doi. org/ 10. 1094/ PDIS. 2002. 86.9. 945> Acesso em 08/04/ 2024.

OMAN PW Distribuition of *Baudulus maidis* (DeLong & Wolcott). **Proc Entomol Soc Was**h v.50, n.34, 1948.

OWENS D, CHERRY R, KAROUNOS M, NUESSLY GS Avaliação de iscas para monitoramento de moscas da seda (Diptera: Ulidiidae) em milho doce. **Florida Entomologist,** v.100, p.251–256, 2017, Disponível em: < https://doi.org/10.1653/024.100.0218> Acesso em 10 de dezembro de 2022.

PAZINI, J.B.; SEIDEL, E.J.; SILVA, F.F.; BARRIGOSSI, J.A.F.; MARTINS, J.F.S.; BOTTA, R.A . Validação do arranjo espacial do percevejo-do-colmo em arroz irrigado por inundação. **Ciên Nat** v.39, n.2, p.221–232, 2017. Disponível em: <https://doi. org/10.5902/2179460X22073>. Acesso em: 10 de dezembro de 2022.

PEBESMA, E. **Geoestatística multivariável em S**: o pacote gstat. **Computers & Geosciences**, v.30, n. 7, 2004, p. 683-691, 2004.

QUERINO, R.B.; MENEZES, A.R.; ALBARRACIN, E.L.; OLIVEIRA, C.M.; TRIAPITSYN, S.V. Controle biológico de *Dalbulus maidis* no Brasil: um panorama dos parasitóides. IN: OLIVEIRA, C.; SABATO, E.O. (eds) **Doenças do milho**: insetos vetores, molicutes e vírus. Embrapa Informação Tecnológica e Embrapa Milho e Sorgo, Brasília e Sete Lagoas, p. 119–138, 2017.

RIBEIRO LP, CANALE MC (2021) Cigarrinha-do-milho e o complexo de enfezamentos em Santa Catarina: panorama, patossistema e estratégias de manejo. **Agropecuária Catarinense** 34:22–25

SABATO EO, OLIVEIRA CM, COELHO AM, LANDAU EC (2018b) O papel do milho tiguera na perpetuação e concentração da cigarrinha *Dalbulus maidis,* do inóculo de molicutes e de vírus da risca. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG, Brasil (Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica, 248)

SABATO, E.O. Corn stunting diseases. In: OLIVEIRA, C.M., SABATO, E.O. (eds) **Diseases in maize**: insect vetors, mollicutes and viruses. Embrapa Informação Tecnológica and Embrapa Milho e Sorgo, Brasília and SeteLagoas, p. 11–23, 2017.

SANTOS, D.C. *et al.* **Extrato de Nim e detergente como alternativa para o controle de cigarrinha-do-milho**. IN: 11ª Jornada de iniciação científica e extensão. 2020. Disponível em: https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/jice/11jice/paper/view/10134/0>. Acesso em: 10 de dezembro de 2022.

TODD, J.L., MADDEN, L.V.; NAULT, L.R. Comparative growth and spatial distribution of Dalbulus leafhopper populations (Homoptera: Cicadellidae) in relation to maize phenology. **Environ Entomol** v.20, p.556–564, 1991.

TRIPLEHORN BW, NAULT LR (1985) Phylogenetic classification of the genus Dalbulus (Homoptera: Cicadellidae), and notes on the phylogeny of the Macrostelini. **Ann Entomol Soc Am** 78:291–315. Disponível em: <https:// doi. org/ 10. 1093/ aesa/ 78.3. 291> > Acesso em 10 de dezembro de 2022.

TRIPLEHORN, B.W.; NAULT, L.R. Phylogenetic classification of the genus *Dalbulus* (Homoptera: Cicadellidae), and notes on the phylogeny of the Macrostelini. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 78, p. 291-315, 1985.