

JÉFERSON ALVES PEREIRA

**INCIDÊNCIA DE *Dalbulus maidis* E ENFEZAMENTOS EM CULTIVOS DE MILHO
SILAGEM EM GOIÁS E MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Eliseu José Guedes Pereira

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

P436i
2023
Pereira, Jéferson Alves, 1980-
Incidência de *Dalbulus maidis* e enfezamentos em cultivos
de milho silagem em Goiás e Minas Gerais / Jéferson Alves
Pereira. – Viçosa, MG, 2023.
1 dissertação eletrônica (27 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Eliseu José Guedes Pereira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Entomologia, 2023.

Referências bibliográficas: f. 24-27.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2023.648>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Cigarrinha-do-milho. 2. Milho - Doenças e pragas.
3. Milho - Populações. 4. *Zea mays*. 5. Milho - Rendimento.
I. Pereira, Eliseu José Guedes, 1976-. II. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Entomologia. Programa de
Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal. III. Título.

CDD 22. ed. 632.754


JÉFERSON ALVES PEREIRA

**INCIDÊNCIA DE *Dalbulus maidis* E ENFEZAMENTOS EM CULTIVOS DE MILHO
SILAGEM EM GOIÁS E MINAS GERAIS**


Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de setembro de 2023.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente
 **JEFERSON ALVES PEREIRA**
Data: 30/10/2023 17:47:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Jéferson Alves Pereira
Autor

Documento assinado digitalmente
 **ELISEU JOSE GUEDES PEREIRA**
Data: 01/11/2023 11:44:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Eliseu José Guedes Pereira
Orientador

Ao meu pai José e a minha mãe Francinete, pelo carinho que vocês me deram na vida! Para estudar, crescer e realizar tantos sonhos.

A minha companheira Símeia, pelo seu amor incondicional.

Aos meus filhos Kauê e Álef, saibam que o êxito vem com a persistência.

“Tenho duas armas para lutar contra o desespero, a tristeza e até a morte: o riso a cavalo e o galope do sonho. É com isso que enfrento essa dura e fascinante tarefa de viver” Ariano Suassuna.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade de conclusão do Mestrado Profissional na pós-graduação.

Ao meu orientador Eliseu José Guedes Pereira, por sempre acreditar nas pessoas e pela dedicação e paciência neste trabalho.

Ao Programa de Desenvolvimento da Pecuária de Leite na Universidade Federal de Viçosa (PDPL-UFV) pela colaboração, acesso a produtores de milho na região de Viçosa, MG, e por compartilhar alguns dados de produtividade da cultura nessa região.

Ao CNPq, CAPES e FAPEMIG pelo apoio financeiro à pesquisa e formação de pessoal na instituição do orientador desta dissertação.

Ao Prof. Jardel Lopes Pereira, do Instituto Federal de Cristalina – GO, por compartilhar uma área de cultivo para coleta de parte dos dados.

RESUMO

PEREIRA, Jéferson Alves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2023. **Incidência de *Dalbulus maidis* e enfezamentos em cultivos de milho silagem em Goiás e Minas Gerais.** Orientador: Eliseu José Guedes Pereira.

A cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) é vetora dos patógenos causadores dos enfezamentos pálido e vermelho e da virose da risca, que constituem um grande problema fitossanitário. Os estudos sobre a incidência dos insetos-praga e dos patógenos transmitidos por eles são importantes para os programas de manejo integrado de pragas por possibilitar controle eficiente, com mais segurança e menos impacto. No Brasil, o milho é cultivado em duas safras, a primeira na primavera-verão e a segunda no verão-outono. Atualmente a maioria dos cultivos de milho são realizados na segunda safra e os estados de Goiás e Minas Gerais estão entre os principais produtores de milho no país. Neste trabalho, determinou-se a incidência de enfezamento e a produtividade de silagem em cultivos de milho em Goiás e Minas Gerais. Dados foram coletados em quatro cultivos de milho conduzidos na segunda safra. Avaliou-se a densidade populacional de *D. maidis*, a incidência de sintomas de enfezamento e a produtividade de silagem. Também monitorou-se temperatura do ar e a precipitação pluviométrica. A densidade populacional de *D. maidis* variou nos estágios de crescimento do milho mas não alcançou uma cigarrinha por planta. A incidência de sintomas de enfezamento foi de 4 a 8% e de 1 a 4% nas plantas dos cultivos avaliados em Goiás e Minas Gerais, respectivamente. Nessa última região, a maior incidência ocorreu em uma localidade cuja temperatura média do ar foi 1-2 °C mais alta que nas demais localidades e cuja áreas foram plantadas com três cultivos consecutivos de milho no ano anterior. A densidade populacional da cigarrinha-do-milho não se correlacionou com a incidência de sintomas dos enfezamentos, mas a última teve significativa relação negativa com produtividade de silagem. De 2021 para 2022, houve aumento de 1% para 2% de plantas com sintoma de enfezamento em uma localidade monitorada e de 2% para 6% na região estudada. Esses resultados indicam a ocorrência de baixas infestação por *D. maidis* (<1 inseto/planta) e incidência de enfezamento (<8%) no milho de segunda safra nas regiões estudadas, mas com tendência de aumento da incidência de um ano para o outro onde examinado. Assim, deve-se continuar a monitorar os cultivos de milho, especialmente na segunda safra, o que permitirá a tomada de decisão e intervenção adequadas para manejar a população de cigarrinha-do-milho e a incidência de enfezamentos.

Palavras-chave: Cigarrinha do milho. Densidade populacional. *Zea mays*. Complexo de enfezamentos. Produtividade da cultura.

ABSTRACT

PEREIRA, Jéferson Alves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September 2023. **Incidence of *Dalbulus maidis* and maize stunt diseases in corn silage crops in Goiás and Minas Gerais.** Advisor: Eliseu José Guedes Pereira.

The corn leafhopper (*Dalbulus maidis*) spreads the pathogens that cause corn stunt, maize bushy, and rayado-fino virus diseases, constituting a relevant plant health issue. Studies on the incidence of insect pests and the pathogens they transmit are crucial for integrated pest management programs to enable efficient control with more safety and less impact. In Brazil, maize is grown in two seasons, the first in spring-summer and the second in summer-autumn. Currently, most maize plantings in Brazil occur in the second season, and Goiás and Minas Gerais are among the main corn producers in the country. In this study, the incidence of maize stunting diseases and silage yield in maize fields in Goiás and Minas Gerais were determined. Data were collected in four maize crops grown in the second season. We assessed the population density of *D. maidis*, the incidence of stunting symptoms, and the silage yield. We also monitored the air temperature and rainfall. The population density of *D. maidis* varied in the maize growth stages but did not reach one leafhopper per plant. The incidence of stunting symptoms was 4–8% and 1–4% on the plants of maize fields assessed in Goiás and Minas Gerais, respectively. In the latter region, the highest incidence occurred in a location whose average air temperature was 1-2 C greater than in the other locations and whose areas were planted with three consecutive maize crops in the previous year. The population density of the corn leafhopper did not correlate with the incidence of stunting symptoms, but the latter had a significant negative relationship with silage yield. From 2021 to 2022, the incidence rate increased from 1% to 2% of plants with stunting symptoms in a location monitored and from 2% to 6% in the region studied. These results indicate the occurrence of low infestation by *D. maidis* (<one insect/plant) and stunting incidence (<8%) in the second-season maize in the regions studied, but with a tendency to increase the incidence from one year to the next, where examined. Thus, one should continue to watch the maize fields, especially those in the second season, to allow for appropriate decision-making and intervention to manage the maize leafhopper population and the incidence of corn stunt disease.

Keywords: Corn leafhopper. Population density. *Zea mays*. Maize stunt complex. Crop yield.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1. A Cigarrinha, o Milho e os Enfezamentos.....	10
2.2. Incidência do Vetor e Enfezamentos.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. Coleta de dados.....	13
3.2. Análise dos dados.....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4.1. Goiás.....	15
4.2. Minas Gerais.....	16
4.3. Relação da incidência do vetor e da doença com elementos climáticos.....	21
4.4. Aumento na incidência de enfezamento de uma safra para outra.....	22
5. CONCLUSÕES.....	24
6. REFERÊNCIAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

A agricultura é de grande importância para toda a sociedade, pois é através dela que se produzem alimentos, fibras e bioenergia, sendo a base da economia mundial. Nesse âmbito, podemos destacar o milho como um dos principais cereais na sociedade moderna, por sua contribuição como suprimento alimentício, seja para seres humanos ou animais. A Companhia Nacional do Abastecimento (CONAB) reportou uma produção brasileira de mais 100 milhões de toneladas de milho, com crescimento de 20,9% em comparação a 2021 (CONAB, 2023), ou seja, se trata de uma cultura em ascensão. Porém, plantas de milho são colonizadas pela cigarrinha *Dalbulus maidis* há muito tempo, mesmo antes da domesticação da cultura (DeLong & Wolcott, 1980). No Brasil, o registro da ligação e persistência dessa praga com cultivos de milho também é antigo. Oliveira & Frizzas (2021) relatam que “(...) o primeiro registro histórico da presença da cigarrinha do milho no Brasil ocorreu em 1938 quando alguns exemplares de *Cicadula maidis* (= *D. maidis*) foram observadas em plantas de algodão (Mendes 1938).”

O inseto denominado *D. maidis* é comumente conhecido como cigarrinha-do-milho e tem a seguinte descrição biológica (Gallo et al., 2002): “inseto adulto de coloração amarela-pálida, com duas pontuações negras no dorso da cabeça e asas transparentes medindo de três a quatro milímetros de comprimento. Suas ninfas também amareladas vivem com os adultos nas folhas no interior do cartucho do milho; seu ciclo é de 20 à 40 dias”. Os prejuízos causados pelo inseto podem se dar de forma direta pela sucção de seiva e indireta pela transmissão patógenos, sejam eles mollicutes ou vírus, que provocam um complexo de sintomas conhecidos como enfezamento do milho.

Mollicutes é uma classe de bactérias que se distingue pela ausência de parede celular e dois deles podem ser transmitidos pela cigarrinha do milho: *Spiroplasma Kunkelii*, causador do enfezamento pálido (Corn stunt spiroplasma - CSS) e o fitoplasma, causador do enfezamento vermelho (*Maize bushy stunt phytoplasma* - MBSP). Outro patógeno que a cigarrinha do milho pode transmitir é o vírus conhecido como rayado fino (*Maize rayado fino marafivirus* - MRFV). Essas patologias podem prejudicar o desenvolvimento da cultura durante seu ciclo e levar a até 100% da perda de produção de grãos do milho. As plantas doentes apresentam descoloração dos bordos das folhas (avermelhamento ou amarelecimento) e às vezes estrias cloróticas no limbo foliar; frequentemente ocorre redução no porte da planta, com encurtamento de internódios e diminuição no tamanho das espigas.” A doença é mais destrutiva quando se utilizam híbridos suscetíveis.”

Sendo assim, é necessário que os produtores, técnicos e pesquisadores estejam atentos ao aumento da pressão populacional das cigarrinhas, que ocorre nos estágios iniciais do milho. Vez que é nesse momento que a cultura se mostra mais frágil e necessita de um manejo fitossanitário efetivo, para que não ocorra infestação precoce que prejudique seu crescimento. Por isso, é preciso monitorar a pressão populacional da cigarrinha e observar sua associação aos enfezamentos em lavouras comerciais.

Para melhor entendimento da relação entre o inseto vetor e sua consequência nas plantações de milho, o objetivo neste trabalho foi determinar a incidência de *D. maidis* e de enfezamentos em cultivos de milho em Goiás e Minas Gerais. Monitorou-se a densidade populacional da cigarrinha e sua associação aos enfezamentos do milho em lavouras comerciais e uma área experimental. Também se determinou a produtividade da cultura sob comparáveis condições de manejo fitossanitário e época de cultivo e sua relação com a infestação da cigarrinha e a incidência de enfezamento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Cigarrinha, o Milho e os Enfezamentos

Nas regiões tropicais e subtropicais, o clima e a existência de planta hospedeira favorecem altas populações da cigarrinha do milho. Quando o ambiente é favorável ao inseto, como ocorre na maior dos cultivos no cerrado brasileiro, podem ser altos os níveis populacionais da cigarrinha. A densidade populacional do inseto pode ser maior que dez insetos por planta, considerando as épocas quentes e mais secas (WAQUIL, et al., 2017; OLIVEIRA, 2020).

Há um detalhe importante para o entendimento do papel da chamada “ponte verde”, a disponibilidade contínua de grande abundância da planta hospedeira da praga em questão. Um dos fatores determinantes é o intensivo cultivo do milho gerando a ponte entre uma safra e outra. Isso proporciona plantas vivas durante todo o ano e fornece ao inseto um ambiente favorável, em que ele pode se alimentar, multiplicar e se infectar com mollicutes e vírus. Além disso, outro fator importante é a permanência de plantas de milho tiguera, aquelas espontâneas que brotam após a colheita do cultivo (EMBRAPA & CROP LIFE, 2021).

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie cultivada há mais de 8000 anos com uma grande adaptabilidade e que serve a alimentação humana e animal, devido às suas elevadas qualidades nutricionais (GALVÃO et al., 2014). Trata-se uma cultura cultivada nas épocas de verão e outono e associada à produção de silagem e grãos, contribuindo com enorme potencialidade produtiva à agricultura e a vitalidade das economias regionais e nacionais. A

cultura do milho é uma das que ocupam maior área no mundo juntamente do o trigo e o arroz, as três culturas com maior expressão global (FAO, 2023).

O foco deste trabalho é um problema de sanidade vegetal relacionado com o floema do milho, tecido no qual *D. maidis* se alimenta da seiva e transmite patógenos às plantas. Quando isso ocorre, a planta pode ficar com a translocação de seiva elaborada comprometida ou totalmente obstruída, dependendo do grau de infecção (JUNQUEIRA et al., 2004; MASSOLA Jr et al., 2004). De acordo com a situação, aparecem mais ou menos sintomas dessa disfunção fisiológica. Os principais sintomas foliares dos enfezamentos são: descoloração nas margens e na parte apical das folhas; secamento ou avermelhamento, principalmente nas folhas superiores da planta, coloração esta que varia de acordo com o tipo de cultivar de milho; redução no tamanho das espigas; fraco enchimento de grãos e grãos “chochos”. Além destes, as plantas ainda podem apresentar sintomas como: proliferação de espigas; brotamento nas axilas das folhas; emissão de perfilhos na base das plantas; encurtamento de entrenós acima das espigas; má formação das palhas das espigas; e proliferação de radículas (OLIVEIRA, 2018; NEVES, 2022; OLIVEIRA, 2020).

A planta com enfezamento fica com a translocação de seiva elaborada comprometida ou totalmente obstruída, dependendo do grau de infecção. Quanto mais precoce a infecção, maior a perda potencial de rendimento, embora a infestação por cigarrinhas do milho em estágios vegetativos tardios (V12) podem também reduzir a produtividade do milho sem visualização dos sintomas da doença (NEVES et al. 2022)”. Há dois diferentes tipos de enfezamento: o pálido (causado por espiroplasma) e o vermelho (ocasionado por fitoplasma) (OLIVEIRA et al., 1998). Infelizmente não é possível diferenciar essas duas modalidades de enfezamento somente analisando os sintomas da planta (EMBRAPA & CROPLife, 2020). Em geral no caso de enfezamento pálido, causado por espiroplasma, as plantas infectadas demonstram estrias cloróticas na nervura central das folhas. Já no enfezamento vermelho, causado por fitoplasma, as plantas infectadas apresentam folhas avermelhadas. Nos dois casos a doença leva a produção de pequenas espigas, sem granação ou com a diminuição dela (MASSOLA Jr et al., 1999; NEVES, 2018; OLIVEIRA, 2020).

Os fitoplasmas e espiroplasmas, agentes causais dos enfezamentos, são bactérias cuja principal característica é a ausência de parede celular e o reduzido tamanho do genoma, com um baixo conteúdo C+G (HOGENHOUT et al., 2008). Esses dois tipos de patógenos foram descobertos por meio de microscopia eletrônica de transmissão. Ambos fazem parte da classe de patógenos denominados mollicutes (MASSOLA Jr. et al., 2004). Esses patógenos são um tipo de bactérias sem parede celular que infectam o floema das plantas de milho (GALVÃO et

al., 2021), que são somente transmitidos pela cigarrinha do milho. A infecção ocasionada por mollicutes afeta a plântula de milho em estágios iniciais de desenvolvimento e proliferam nos tecidos do floema, de maneira que a planta passa a apresentar os sintomas do enfezamento somente na fase de produção (NAULT, 1980; JUNQUEIRA et al., 2004). Geralmente o inseto-vetor dos mollicutes sobrevive somente na planta do milho e, usualmente, migra de lavouras com plantas adultas para lavouras com plântulas recém-emergidas (OLIVEIRA et al., 2002).

2.2. Incidência do Vetor e Enfezamentos

É sabido não haver uma correlação direta entre a densidade populacional da cigarrinha do milho e o fato de ter ou não infectado muitas plantas do cultivo. Ou seja, somente a informação do número dos insetos por planta em seus diversos estágios de desenvolvimento não é suficiente para inferir o risco infecção de grande número das plantas com o complexo de enfezamentos. O risco de epidemia da doença depende do potencial de infectividade da população do vetor, ou seja, da frequência das cigarrinhas contendo carga infectante suficiente alta dos patógenos do enfezamento.

Como não há uma metodologia operacional validada para obter informação da qualidade infectiva da população do inseto vetor para que se correlacione com a transmissão do complexo dos enfezamentos, é recomendado manter baixos os níveis populacionais da cigarrinha. Se muitas plantas de milho forem infectadas nos estágios iniciais, a consequência para a plantação poderá ser severa economicamente. O caso é diferente quando a infecção ocorre em estágios mais desenvolvidos da planta, pois os danos podem não ser tão graves, permitindo ainda o funcionamento da planta mesmo que infectada.

Quando a infecção pelos enfezamentos se dá na plântula de milho em estágios iniciais de desenvolvimento, os patógenos têm tempo de se proliferarem nos tecidos do floema, causando a sua obstrução, porém geralmente a planta passa a apresentar os sintomas visuais do enfezamento somente na fase de produção (NAULT, 1980; JUNQUEIRA et al., 2004).

O tratamento de sementes com inseticidas neonicotinoides (sistêmicos) é útil para controlar a pressão populacional das cigarrinhas e proteger as plantas de milho nas fases de estabelecimento da cultura (VE–V4) (NEVES, et al., 2022).

Por fim, o grande potencial de dano da cigarrinha deve-se à sua capacidade transmissão dos mollicutes/vírus causadores dos enfezamentos do milho especificados acima. Sabe-se que o principal agente causal dos enfezamentos é um grupo de bactérias sem parede celular que infectam o floema das plantas de milho (GALVÃO et al., 2021) e que são somente

transmitidas pela cigarrinha do milho. Os patógenos invadem os tecidos do floema do milho e se multiplicam; após esse fato a cigarrinha ao alimentar da planta infectada, transmite a doença a outras saídas. Acredita-se que inseto vetor desses patógenos se reproduz (prolifera) somente na planta do milho e, habitualmente, migra de plantas adultas para lavouras com plântulas recém-emergidas (OLIVEIRA et al., 2002, 2021).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Coleta de dados

Em Goiás, foram coletados em um experimento conduzido na Fazenda Santa Maria, localizada no município de Cristalina/GO, onde estava localizado nas coordenadas 17°02'35.85"S 47°43'23.79"W. A temperatura média máxima anual na localidade é de 28,6° C; mínima anual de 16,85°C e a pluviosidade média anual é de 1.486,5 mm, com topografia plana e solo classificado como Latossolo Vermelho.

O cultivo do milho ocorreu na segunda safra 2021/22, conduzido no sistema de plantio direto e instalado em sucessão à cultura da soja. Para a implantação do experimento foi realizado o preparo da área com uma dessecação. O plantio foi realizado em 20-03-21 com espaçamento de 50 cm e aplicou o adubo de plantio, utilizando-se a fórmula NPK 08–28–16 na quantidade de 400 kg/ha. Foram distribuídas 5 sementes por metro para obtenção de uma população de 80000 plantas por hectare. O híbrido de milho utilizado foi o híbrido Morgan 711 com a tecnologia PowerCore (PW), expressando três proteínas Bt para resistência às principais lagartas do milho e tolerância aos herbicidas glufosinato e glifosato.

O cultivo foi dividido em quatro parcelas representativas da área cultivada. Os dados foram coletados em cada parcela fazendo uma contagem do número total de cigarrinhas presentes no cartucho de 10 plantas de milho localizado nas duas linhas centrais da parcela experimental nos estágios V2, V3, V5, V6 e V8 de desenvolvimento da cultura. A avaliação da incidência dos enfezamentos ocorreu no período de florescimento realizada em 15-06-21.

Em Minas Gerais, os dados foram obtidos de cultivos comerciais de milho em municípios localizados na mesorregião da Zona da Mata do estado de Minas Gerais. Em 2021, utilizou se cultivos de milho em Canaã, Rio Doce e Coimbra. Em Canaã, o cultivo estava localizado nas coordenadas geográficas 20°39'13.5"S 42°41'17.2"W. O plantio foi realizado em 11 de fevereiro de 2021, com os híbridos RB9006 RR e BM709 PRO2, em uma área com o total de 8 ha, sem a aplicação de inseticidas. Em Rio Doce, o cultivo estava localizado nas coordenadas 20°14'47.7"S 42°56'25.0"W. O plantio de milho foi realizado no dia 10 de fevereiro de 2021, com o híbrido BM3069 PRO2, em uma área com o total de 10,5

ha. Por último, em Coimbra, o cultivo avaliado estava localizado nas coordenadas 20°49'22.6"S 42°47'12.9"W. O plantio de milho foi realizado no dia 26 de fevereiro de 2021, com os híbridos BM709 PRO2 e RB9006 RR, em uma área total de 4 ha. Houve aplicação do inseticida Engeo Pleno (10,6% lambda-cialotrina e 14,1% tiametoxam) em 31/03/2021.

As avaliações da densidade populacional de cigarrinha foram feitas nos estágios vegetativos V5, V6, V7 e V8 da cultura, que corresponde ao período crítico infestação da cigarrinha do milho. A área do cultivo foi dividida em 4 blocos, sendo que foram avaliadas 40 plantas/bloco, num total de 160 plantas por avaliação/local. Em cada bloco, de forma aleatória, foi tomada uma fileira de milho de 6 m e nela cada planta foi avaliada. O cartucho do milho foi vistoriado para contar o número de cigarrinhas adultas e/ou ninfas, que foi anotado em planilha adequada.

O enfezamento foi avaliado no estágio reprodutivo R2 a R4 do milho, com 4-6 amostras de cada cultivo, utilizando sistema semelhante de blocos como anteriormente. Cada amostra correspondeu a 40 plantas consecutivas na fileira de plantas, totalizando 160 plantas ou mais por cultivo ou local. Os sintomas de enfezamento foram determinados conforme NEVES et al. (2022) para avaliar as plantas (Tabela 1).

A produtividade de silagem foi avaliada no estágio fenológico R4 do milho. Oito amostras de plantas em 1 m de fileira foram selecionadas de forma aleatória em cada bloco (4). As plantas foram cortadas a aproximadamente 5 cm acima do solo e pesadas com balança eletrônica em grupo de cinco, formando uma amostra. Assim, em cada um dos 4 blocos foram tomadas 8 amostras, totalizando 32 amostras de cinco plantas em cada cultivo. Com esses dados foi calculada a produtividade de silagem em toneladas por hectare.

Além disso, foram coletados dados da incidência de enfezamento em cultivos comerciais de milho na segunda safra de 2021/22. Foram escolhidos cultivos de milho em seis localidades com auxílio do pessoal que participa do Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira da Universidade Federal de Viçosa. As lavouras estavam localizadas em seis municípios de Minas Gerais: Cajuri, Coimbra, Divinésia, Piranga, Porto Firme e Viçosa. Cada cultivo foi dividido em 5 parcelas para uma amostragem representativa da área cultivada. Avaliou-se a presença de sintomas de enfezamento (Neves et al., 2022) em 50 plantas consecutivas em uma linha de plantio no centro de cada parcela de amostragem.

3.2. Análise dos dados

Os dados coletados em Goiás foram submetidos à análise de variância a $P < 0,05$ realizado no programa estatístico Minitab 18 (Minitab 18 Statistical Software). Em Minas

Gerais, os dados de densidade populacional da cigarrinha, porcentagem de plantas com sintomas de enfezamento e produtividade de silagem foram submetidos a análise de variância em função do local e estágio fenológico ou somente local. Quando pertinente, as médias foram separadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). As variáveis densidade populacional de cigarrinha, incidência de enfezamento e produtividade de milho de todos os locais foram utilizadas para investigar a relação entre elas variáveis usando regressão linear ou correlação de Spearman ($P < 0,05$). Além disso, as estimativas de incidência de enfezamentos em 2021/22 foram analisadas com análise de variância entre as localidades e posteriormente comparadas com aquelas de 2020/2021, utilizando o teste t ($P < 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Goiás

A população de *D. maidis* foi inferior a 4 cigarrinhas por 10 plantas, com variação ao longo dos estágios de crescimento do milho, havendo um aumento na densidade populacional nos estágios V5 e V6 das plantas (Figura 1). Verificou-se baixa ocorrência de sintomas de enfezamento e viroses (Figura 3), os quais não diferiram entre as áreas de milho avaliadas (Figura 2).

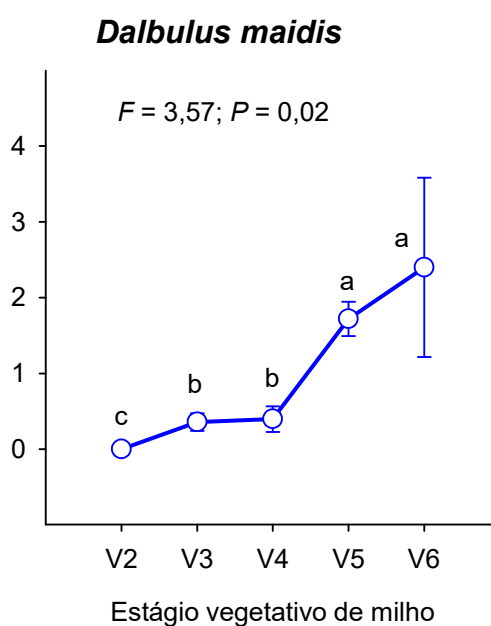


Figura 1. Densidade populacional de *Dalbulus maidis* em plantas de milho (*Zea mays*) em Cristalina, GO, 2021. As médias e seus erros padrões do número de cigarrinhas por 10 plantas com a mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$).

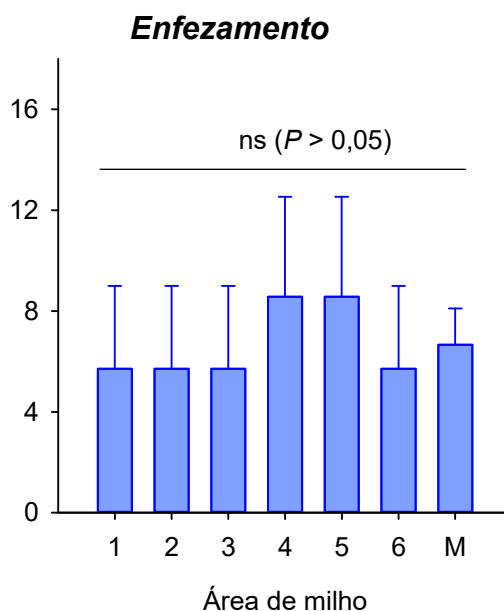


Figura 2. Sintomas de enfezamento associados a patógenos transmitidos por *Dalbulus maidis* em plantas de milho (*Zea mays*) em Cristalina, GO, 2021. Os dados são médias e erros padrões.

4.2. Minas Gerais

A densidade populacional da cigarrinha foi condicionada pela localidade e estágio fenológico da cultura, como indicado por um P -valor menor que 0,05, que seria a probabilidade desses resultados da pesquisa terem ocorrido por acaso (Tabela 3). Na Figura 4, observa-se a densidade populacional da cigarrinha em diferentes estágios fenológicos do milho. O nível populacional mais alto (cerca de 9 cigarrinhas por 10 plantas) ocorreu no estágio V7 do cultivo no município de Canaã (Figura 4a). Em geral, as menores infestações pela cigarrinha ocorreram no município de Coimbra (cerca de 1 inseto/10 plantas) e a população tendeu a reduzir a partir estágio V7 em todas as localidades analisadas (Figura 4). Cultivos de milho têm maior risco do serem infectados pelos patógenos transmitidos pela cigarrinha nos estágios iniciais de desenvolvimento, porém os sintomas de enfezamentos aparecem somente na fase de reprodutiva das plantas (WAQUIL, 2004). O estudo realizado por OLIVEIRA et al. (2015) mostrou que a fase fenológica do milho afeta a multiplicação e

migração de *D. maidis*, havendo um aumento populacional da praga no milho antes da floração.

Tabela 3. Análise de variância do número de cigarrinhas para a localidade e estágio fenológico de cultivos de milho em Minas Gerais.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	P
Local	2	168,63	263,52	< 0,01
Estágio	3	12,89	20,15	< 0,01
Local x Estágio	6	17,67	27,61	< 0,01
Resíduo	6388	0,64		

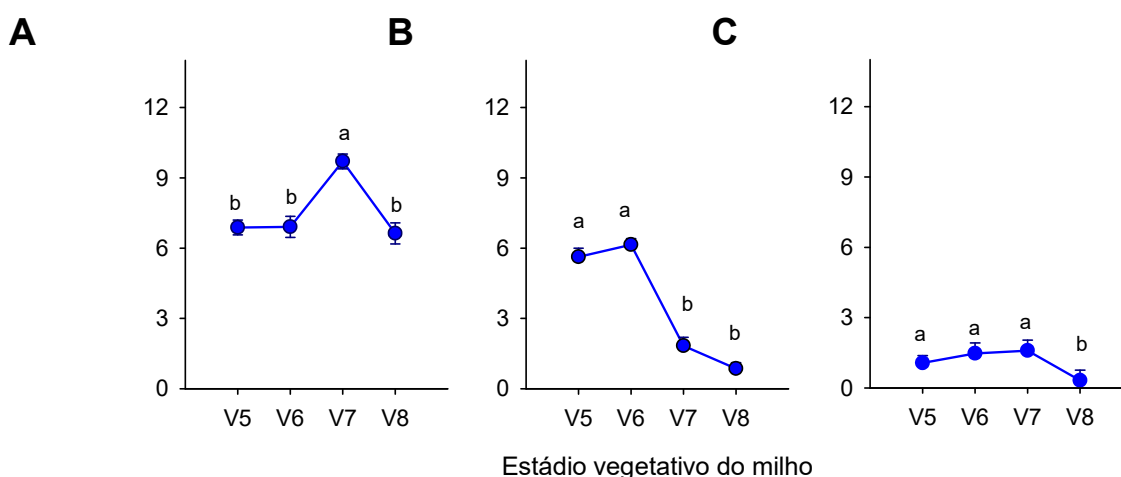


Figura 4. Densidade populacional de cigarrinhas *Dalbulus maidis* em diferentes estágios vegetativos de milho (*Zea mays*) nas três localidades avaliadas em Minas Gerais, A) Canaã, B) Rio Doce e C) Coimbra. Os cultivos foram conduzidos de março a junho de 2021. Médias e erros padrões com a mesma letra não são diferentes pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Na Figura 5 é mostrada a média da densidade populacional ao longo do ciclo da cultura. Nota-se uma densidade relativamente baixa, com média de 0,78 cigarrinhas por planta em Canaã, 0,36 em Rio Doce e 0,11 em Coimbra. Um valor de densidade de *D. maidis* por planta que pode ser considerado alto é como o relatado por Waquil (1997), de 10 adultos por planta, o que provoca danos ao milho, como uma redução de 40–100% do peso seco da parte aérea e de 62% de redução radicular.

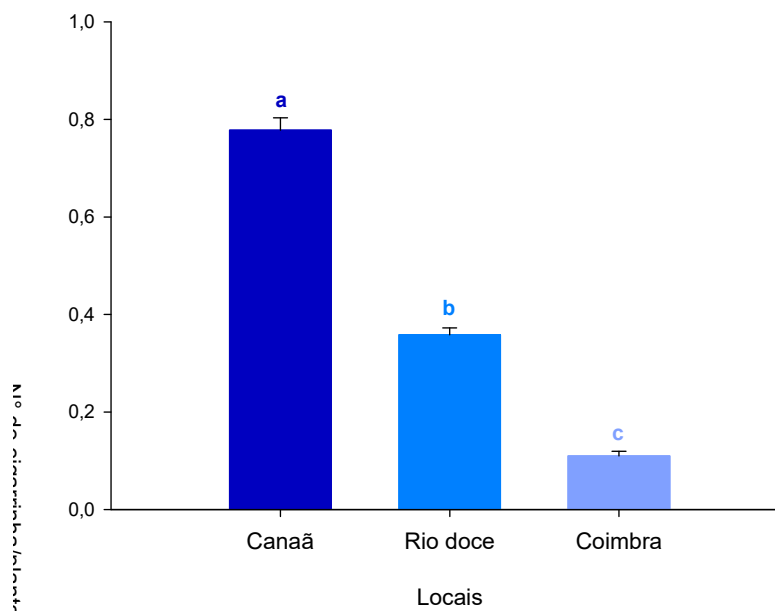


Figura 5. Infestação média pela cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*) durante a fase vegetativa da cultura do milho (*Zea mays*) em três localidades da Zona da Mata de Minas Gerais. O estudo foi conduzido de março a junho de 2021. Os dados são médias \pm erros padrões da densidade populacional do estágio fenológico V5 a V8. Colunas com a mesma letra não são diferentes pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Na Figura 6, pode-se observar que a porcentagem de plantas com sintomas de enfezamento foi maior na localidade de Rio Doce (4%) que nas demais (1%). Possivelmente isso se deve às condições climáticas e operacionais dos cultivos. Temperaturas acima de 17 °C à noite e de 27 °C de dia favorecem a incidência e os danos por enfezamentos acelerarem a multiplicação dos patógenos nas cigarrinhas e nas plantas infectadas (OLIVEIRA et al., 2007). A localidade de Rio Doce se encontra em altitude menor (380 m) que Canaã (800 m) e Coimbra (720 m), conseqüentemente a temperatura deve ser mais alta na primeira. A existência de lavouras de milho em diferentes fases fenológicas na região e de cultivos sucessivos de milho na mesma área também pode favorecer a multiplicação e a migração das cigarrinhas de uma lavoura em fase reprodutiva para novas lavouras em fase inicial (OLIVEIRA et al., 2002). Além disso, plantas de milho voluntárias decorrentes de grãos remanescentes da colheita anterior (as tigueras) podem hospedar molicutes e cigarrinhas.

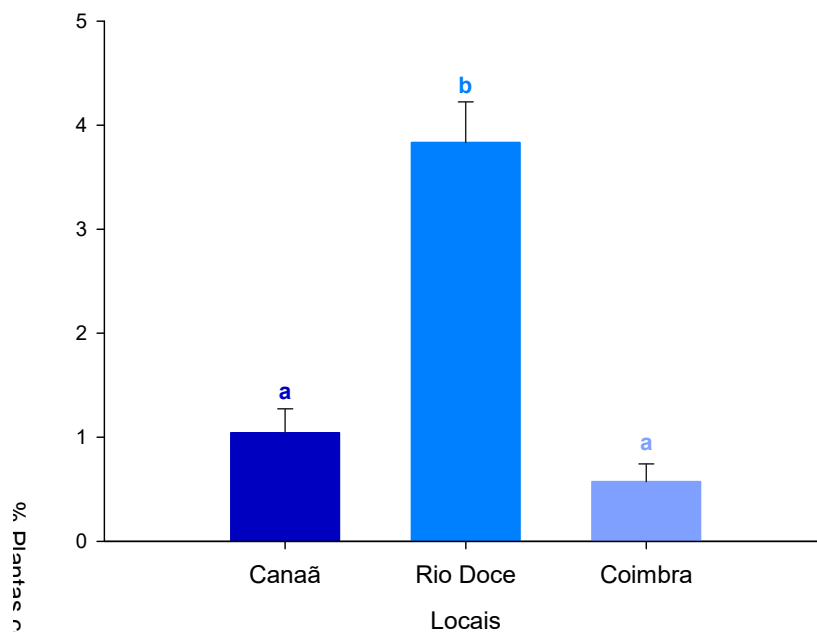


Figura 6. Incidência de sintomas enfezamento em plantas de milho (*Zea mays*) em cultivos de diferentes localidades de Minas Gerais. As avaliações foram realizadas de março a junho de 2021, nos estágios R2–R4 de desenvolvimento das plantas. Médias e erros padrões com a mesma letra não são diferentes pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Na Figura, 7 encontra-se o resultado da produtividade do milho silagem nos três municípios analisados. Em ordem crescente de produtividade ficou o cultivo de Rio Doce, Coimbra e Canaã, com 35, 45 e 50 ton/ha, respectivamente. Os valores de produtividade dos cultivos das duas últimas localidades são considerados bons, na faixa de 45 a 60 ton/ha (CARDOSO e ESTANISLAU, 2009).

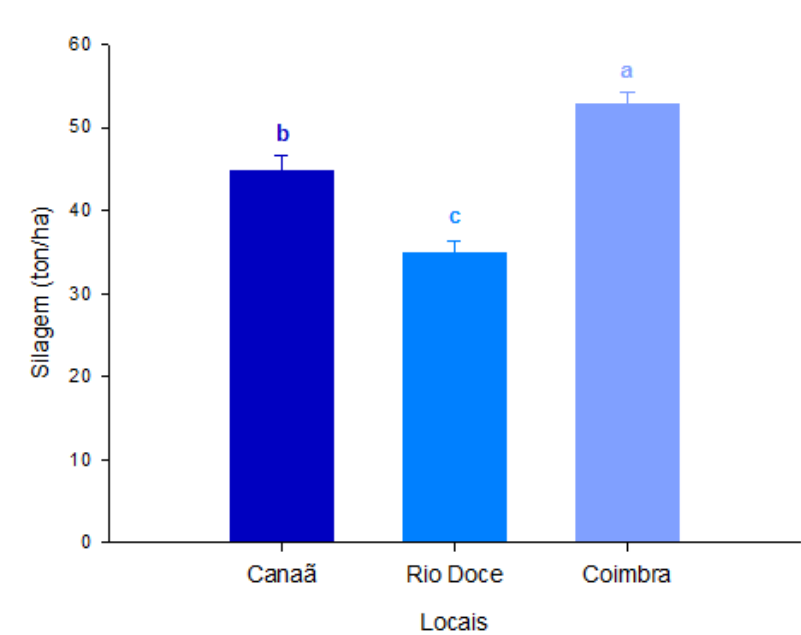


Figura 7. Produtividade de silagem de milho (*Zea mays*) em cultivos de três localidades, na segunda safra de 2021. Médias e erros padrões com a mesma letra não são diferentes pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

O enfezamento é uma doença sistêmica que pode causar baixa produtividade no milho (Neves et al., 2021). Sendo assim, como a região de Rio Doce apresentou maior porcentagem de plantas com sintomas de enfezamento, podem ser esses uma das causas da menor produtividade neste local.

Não houve relação significativa entre o número de cigarrinhas por planta e a incidência de enfezamento ($P = 0,92$) nem entre o número de cigarrinhas por planta e a produtividade do milho ($P = 0,89$). Contudo, houve relação significativa negativa entre a incidência de enfezamento e a produção de milho ($r = -0.70$; $P = 0,01$; Figura 8), ou seja, quanto maior a incidência de enfezamento menor a produção de milho.

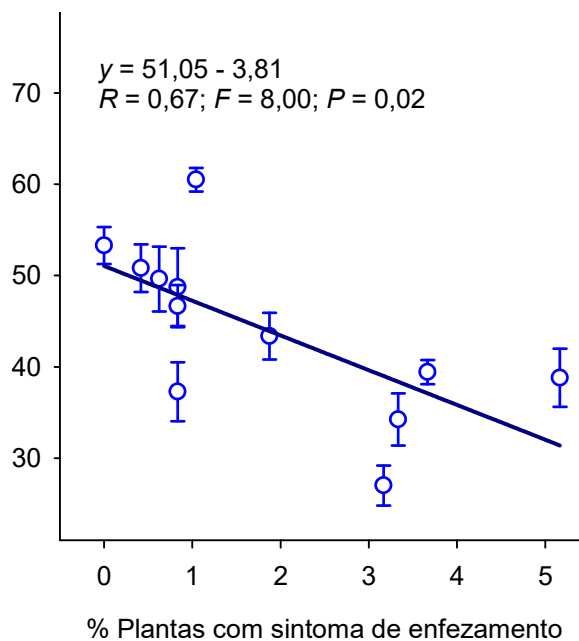


Figura 8. Relação entre a porcentagem de plantas com sintomas de enfezamento do milho e a produção de silagem na região da Zona da Mata Mineira. Os dados são médios \pm erros padrões em três locais: Canaã, Rio Doce e Coimbra, segunda safra 2021.

4.3. Relação da incidência do vetor e da doença com elementos climáticos

Na Figura 9, observam-se os níveis de precipitação e temperatura nos três municípios durante a época dos cultivos. Rio Doce apresentou temperatura média mais alta entre as três localidades, talvez uma condição favorável à maior incidência de enfezamento. Conforme WAQUIL et al. (1999), temperaturas acima de 23 °C favorecem a eclosão de ninfas, a partir dos 7 primeiros dias após incubação. Segundo o pesquisador, temperaturas noturnas acima de 17 °C e temperaturas diurnas acima de 27 °C, favorecem a multiplicação dos mollicutes na cigarrinha e nas plantas. Além disso, tem-se maior abundância de *D. maidis* na estação seca (MENESES et al., 2016), período em que a presente pesquisa foi realizada. No estudo de MENESES et al. (2016), realizado em uma estação experimental da Embrapa, no município de Teresina, Piauí, na região Nordeste do Brasil, houve uma maior incidência de *D. maidis* na estação seca em relação a estação chuvosa, suportando o que os resultados deste estudo indicam.

Nessa mesma perspectiva, MOYA-RAYGOZA et al. (2007) observou no México, que a população de *D. maidis* é predominantemente maior em áreas irrigadas nas quais o milho é cultivado durante todo o ano. Os autores relatam que durante os meses de seca, há um decréscimo considerável da população em áreas não irrigadas, onde as plantas hospedeiras

(principalmente milho) não estão disponíveis. No presente estudo, a área em Rio Doce foi cultivada com três safras de milho em 2019/2020, condição que deve ter contribuído para a taxa de incidência de enfezamento quatro vezes maior e produtividade de silagem 25% menor que em Canaã e Coimbra (Figuras 6 e 7).

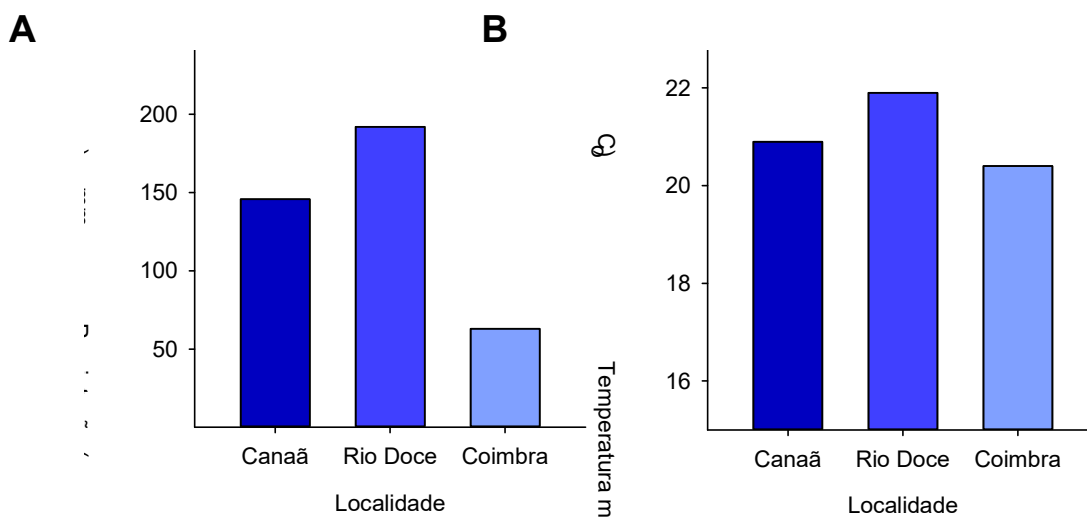


Figura 9. Volume de precipitação e temperatura média nos estágios vegetativos V5 a V8 de crescimento do milho (*Zea mays*) em localidades de Minas Gerais. Os dados foram obtidos da estação meteorológica A510 para os municípios de Canaã e Coimbra e A511 para o município de Rio Doce. A pesquisa foi conduzida de março a junho de 2021.

4.4. Aumento na incidência de enfezamento de uma safra para outra

Na segunda safra de 2021/22, amostraram-se diversos cultivos de milho em localidades na Zona da Mata Mineira, próximas a Viçosa. Na maior parte dos cultivos, as plantas apresentaram valores inferiores a 5% de incidência de sintomas de enfezamento, mas em duas localidades, os cultivos de milho apresentaram valores 10–12% de plantas com sintomas de enfezamento (Figura 10). Em uma das localidades, o cultivo de milho de segunda safra foi avaliado em 2020/21 e 2021/22 e nota-se que a taxa de incidência aumentou significativamente ($P < 0,05$) passando de 1 para 2% de plantas com sintoma de enfezamento (Figura 11a). A nível regional, o aumento foi ainda maior, passando de 2% para 6% (Figura 11b).

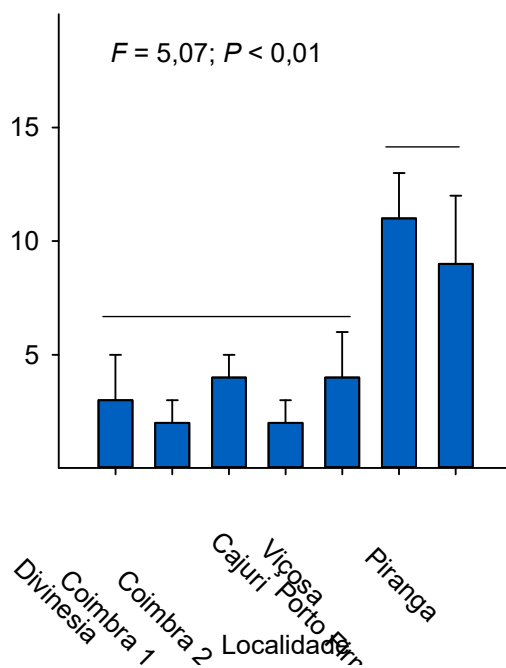


Figura 10. Levantamento da incidência de sintomas de enfezamento em cultivos de milho (*Zea mays*) de localidades da Zona da Mata de Minas Gerais em 2022. Médias e IC_{95%} com a mesma linha não diferem entre si pelo teste *t* ($P > 0,05$).

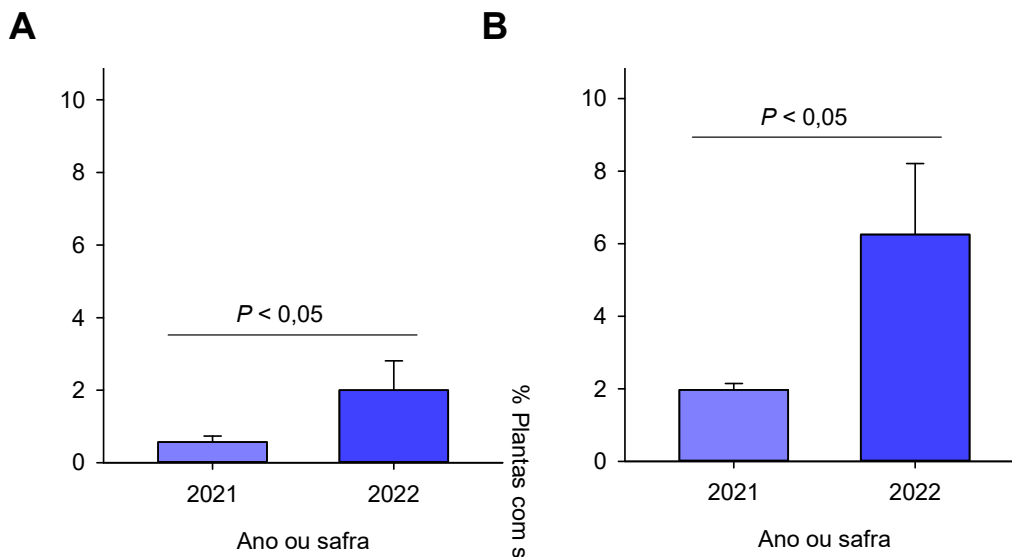


Figura 11. Comparação da incidência de enfezamento em 2021 e 2022 em cultivos de milho (*Zea mays*) de localidades da Zona da Mata de Minas Gerais. Os dados são médias e erros padrões e as comparações foram feitas utilizando o teste *t* ao nível de 5% de probabilidade de erro.

5. CONCLUSÕES

- São baixos os níveis populacionais da cigarrinha nos cultivos de milho das regiões avaliadas, com menos de 1 inseto/planta e teto de infestação no estágio vegetativo V6/V7 do milho.
- Em algumas localidades da Zona da Mata Atlântica de Minas Gerais, há aumento de plantas com sintomas de enfezamento de 1–4% para 5–12%.
- Não há evidencia de relação da densidade populacional da cigarrinha com a incidência de enfezamento e com a produtividade do milho.
- Há evidência de relação negativa entre a incidência de enfezamento e a produtividade de milho.
- Em suma, os resultados deste trabalho indicam que o desafio dos agricultores com a cigarrinha e o enfezamento do milho em certas regiões de Goiás e Minas Gerais é menor que o desafio enfrentado em outras regiões do Brasil. Contudo, se deve continuar monitorando a incidência de *D. maidis* e enfezamentos nos cultivos de milho para correta tomada de decisão no manejo desse problema sanitário vegetal.

6. REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. G.; MURRAY, K. D.; LOS, L. M. Effectiveness and selectivity of sex pheromone lures and traps for monitoring fall armyworm (*Lepidoptera: Noctuidae*) adults in Connecticut sweet corn. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 82, n. 1, p. 285-290, 1989
- ALBUQUERQUE, F.A.; BORGES, L.M.; IACONO, T.O.; CRUBELATI, N.C.S.; 6 SINGER, A.C. Eficiência de inseticidas aplicados em tratamento de sementes e 7 em pulverização, no controle de pragas iniciais do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v.5, n.1, p.15-25, 2006.
- BASCOPE, Q.B.; GALINDO A.J. Naturaleza micoplásmica de la raza “mesa central” 10 del achaparramiento del maiz. *Revista Fitopatologia*, México, v.16, n. 1, p.28-33, 1981.
- BATISTA-PEREIRA, L. G.; STEIN, K.; PAULA, A. F.; MOREIRA, J. A.; CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; PERRI JR., J.; CORREA, A. G. Isolation, identification, synthesis and field evaluation of the sex pheromone of the Brazilian population of *Spodoptera frugiperda*. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 32, n. 5, p. 1085-1099, 2006..
- CARDOSO, D.A.D.B, ESTANISLAU, W.T. Manual de Silagem. KWS Sementes.
- CRUZ, I.; OLIVEIRA, L.J.; OLIVEIRA, A.C.; VASCONCELOS C.A. Efeito do nível de saturação de alumínio em solo ácido sobre os danos de *Spodoptera frugiperda* (J.E.

- Smith) em milho. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Jaboticabal. v.25, n.2, p.293-297, 1996.
- CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; OLIVEIRA, A.C.; VASCONCELOS, C.A. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different genotypes cultivated in soil under three levels of aluminium saturation. International Journal of Pest Management, London, v.45 n. 4, p.283-289, 1999.
- DEAGRO. Balança Comercial Brasileira do Agronegócio -Consolidado 2016. DEAGRO DEPARTAMENTO DO AGRONEGÓCIO-FIESP, São Paulo. Disponível em:<<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/balanca-comercial/>>. Acesso em: 18/06/2017 Junho 2017.
- GALLO D. et al. (Entomologia Agrícola - v10 – pág. 480)
- GALVÃO, J.C.C., MIRANDA, G.V., TROGELLO, E., FRITSCHÉ-NETO, R., 2014. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. Rev. Ceres 61, 819–828. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201461000007>.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Produção de Milho em grão. (2020). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/milho-em-grao/br>>. Acesso em: 07 de março de 2022.
- LOPEZ, J. D.; SHAVER JR., T. N.; GOODENOUGH, J. L. Multispecies trapping of *Helicoverpa* (*Heliopsis*) *zea*, *Spodoptera frugiperda*, *Pseudaletia unipuncta*, and *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Chemical Ecology, New York, v. 16, n. 12, p. 3479- 3491, 1990.
- MALO, E. A.; BAHENA, F.; MIRANDA, M. A.; VALLE-MORA, J. *frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) with pheromones in Mexico. Florida Entomologist, Gainesville, v. 87, n. 3, p. 288-293, 2004
- MENESES, A.R., QUERINO, B.R., OLIVEIRA, C.M., MAIA, A.H.N., SILVA, P.R.R. Distribuição Sazonal e Vertical de *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) em Campos brasileiros de Milho. Entomologista da Flórida, 99(4):750-754 (2016).
- MITCHELL, E. R.; AGEE, H. R.; HEATH, R. R. Influence of pheromone trap color and design on capture of male velvetbean caterpillar and fall armyworm moths (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Chemical Ecology, New York, v. 15, p. 1775-1784, 1989.
- MOYA-RAYGOZA, G.; HOGENHOUT, S. A.; NAULT, L. R. Habitat of the corn leafhopper (Hemiptera: Cicadellidae) during the dry (Winter) season in Mexico. POPULATION ECOLOGY. v.7. p. 1066-1072, 2007.

- NEVES, T.N.C., FORESTI, J., SILVA, P.R., ALVES, E., ROCHA, R., OLIVEIRA, C., PICANÇO, M.C., PEREIRA, E.J.G. Insecticide seed treatment against corn leafhopper: helping protect grain yield in critical plant growth stages. *Pest Management Science* 78, 1482–1491. <https://doi.org/10.1002/ps.6766>, 2022.
- OLIVEIRA, C.M. de; RECCO, P.C. Molicutes e vírus em milho na safrinha e na safra de verão. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.1, p.38-46, 2002.
- OLIVEIRA, E.; OLIVEIRA, C.M.; SOUZA, I.R.P.; MAGALHÃES, P.C.; CRUZ, I. Enfezamento em milho: expressão de sintomas foliares, detecção dos molicutes e interações com genótipos. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.1, p.53-62, 2002.
- OLIVEIRA, E.; OLIVEIRA, C. M. Transmitidas por insetos. 2010.
- OLIVEIRA, E.; SANTOS, J.C.; MAGALHÃES, P.C.; CRUZ, I. Maize bushy stunt phytoplasma transmission by *Dalbulus maidis* is affected by spiroplasma acquisition and environmental conditions. *Bulletin of Insectology*, v.60, p.229- 230, 2007
- OLIVEIRA, E.; TERNES, S.; VILAMIU, R.; LANDAU, E. C.; OLIVEIRA, C. M. Abundance of the insect vector of two diferente *Mollicutes* plant pathogens in the vegetative maize cycle. *Phytopathogenic Mollicutes*. v.5, p.117-118, 2015.
- OLIVEIRA, M. C.; FRIZZAS, M. R.; Eight Decades of *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott (Hemiptera, Cicadellidae) in Brazil: What We Know and What We Need to Know. 24 November 2021.
- PAIR, S. D.; RAULSTON, J. R.; SPARKS, A. N.; SIMS, S. R.; SPRENKEL, R. K.; DOUCE, G. K.; CARPENTER, J. E. Pheromone traps for monitoring fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), populations. *Journal of Entomological Science*, Georgia, v. 24, n. 1, p. 34-39, 1989
- PINTO, A. S.; PARRA, J. R. P.; OLIVEIRA, H. N. Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos do milho e sorgo. Ribeirão Preto, 2004. 108p.
- RESENDE, D.C., MENDES, S.M., MARUCCI, R.C., SILVA, A. de C., CAMPANHA, M.M., WAQUIL, J.M., 2016. Does Bt maize cultivation affect the non-target insect community in the agro ecosystem? *Rev. Bras. Entomol.* 60, 82–93. <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2015.12.001>
- SABATO, E. de O. Enfezamentos e viroses no milho. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, Cuiabá. Construindo sistemas de produção sustentáveis e rentáveis: livro de palestras. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, cap. 7, p. 196-219, 2017.

- SABATO, O. E; BARROS, S. A. C.; OLIVEIRA, R.I. Cenário e Manejo de doenças disseminadas pela cigarrinha no milho. 2016. Disponível em: . Acesso em: 09 out. 2021.
- USDA, 2017. Disponível em: <<https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/>>. Acesso em: 19 de maio de 2021.
- WAQUIL, J.M., 1997. Amostragem e abundância de cigarrinhas e danos de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Homoptera: Cicadellidae) em plântulas de milho. An. da Soc. Entomológica do Bras. 26, 27–33.
- WAQUIL, J.M., VIANA, P.A., CRUZ, I., SANTOS, P.J. Aspectos da biologia da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae). Ecologia, Comportamento e Bionomia • An. Soc. Entomol. Bras. 28 (3) • Set 1999.
- WAQUIL, J. M. A doença vem da cigarra. 2000.
- WAQUIL, J.M.. Cigarrinha-do-milho: vetor de mollicutes e vírus. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Circular Técnica, 41, Sete Lagoas, MG, junho, 2004.