

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCar**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E AMBIENTE- PPGAA**

**RUANA REGINA NEGRÃO DE SOUZA**

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE VARIEDADES DE MILHO A *Dalbulus maidis***  
**(DELONG & WOLCOTT) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE).**

Araras - SP  
2023

RUANA REGINA NEGRÃO DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE VARIEDADES DE MILHO A *Dalbulus maidis*  
(DELONG & WOLCOTT) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE).**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Agricultura e Ambiente ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar/CCA).

**Orientador:** Prof. Dr. Rodrigo Neves Marques.

Araras - SP  
2023

Souza, Ruana Regina Negrão de

Avaliação da resistência de variedades de milho a  
Dalbulus maidis (Delong & Wolcott) (Hemiptera:  
Cicadellidae) / Ruana Regina Negrão de Souza -- 2023.  
40f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São  
Carlos, campus Araras, Araras  
Orientador (a): Rodrigo Neves Marques  
Banca Examinadora: Fernando Javier Sanhueza Salas,  
Kayna Agostini, Rodrigo Neves Marques  
Bibliografia

1. Resistência de plantas à insetos. 2. Milho crioulo. 3.  
Cigarrinha-do-milho. I. Souza, Ruana Regina Negrão de.  
II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática  
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral - CRB/8  
7083



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente

---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Ruana Regina Negrão de Souza, realizada em 13/12/2023.

**Comissão Julgadora:**

Prof. Dr. Rodrigo Neves Marques (UFSCar)

Prof. Dr. Fernando Javier Sanhueza Salas (IB)

Profa. Dra. Kayna Agostini (UFSCar)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente.

## **DEDICATÓRIA**

**Aos meus pais,  
Regina Negrão e Ilson Fernandes, por todo apoio, incentivo e amor.**

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as oportunidades que ele coloca em minha vida, pela saúde e paciência de me fazer acreditar que este sonho realizaria.

Aos meus pais, Regina Negrão e Ilson Fernandes, por serem a minha base, me ensinarem desde criança a importância de estudar. Além dos incontáveis esforços e abdições para investir e proporcionar condições para que eu pudesse estudar.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rodrigo Marques, pela amizade, paciência e suporte nesta jornada, por acreditar e confiar em mim. Pelos incentivos e tranquilidade ao orientar esta trajetória.

À UFSCAR, uma instituição tão prestigiada e renomada, com incontáveis contribuições para a sociedade. Tenho muito orgulho de ser aluna egressa e fazer parte da história desta universidade.

À CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo financiamento desta pesquisa (código de financiamento 001).

Ao meu namorado, Jeferson Pereira, por compartilhar a vida comigo, por toda paciência, pelos auxílios em meus experimentos, principalmente aos fins de semana e feriados, mas em especial, por me incentivar diariamente, acreditar e sonhar junto comigo.

Aos meus colegas de Laboratório, Geovana Arcangeli e Leonardo Biazotti, pelas inúmeras contribuições nas manutenções no laboratório.

Ao Programa de Pós graduação em Agricultura e Ambiente, em especial aos professores, por compartilharem suas experiências e conhecimentos, essenciais para o meu crescimento profissional.

Ao professor Victor Augusto Forti, Geovana Arcangeli e Professora Anastácia Fontanetti, pela disponibilização das sementes de milho utilizadas nesta pesquisa.

À professora Josiane Rodrigues, pela paciência em compartilhar seu conhecimento em estatística, que foi essencial para eu conseguir realizar as análises dos dados.

Aos professores que aceitaram participar das bancas, tanto de qualificação como da defesa final, pelas valiosas contribuições ao trabalho.

À professora Maria Bernadete, pelas dicas e conselhos, e a técnica de Laboratório, Regina Célia, por toda contribuição no laboratório.

Aos meus irmãos, Rúbia e Wilson Negrão, e meu cunhado Aleixo Vieira, pelo amor e carinho, por me acompanharem e apoiarem desde sempre.

À minha família, em especial, meus avós, Maria José (em memória), Manoel Negrão, Maria de Nazaré e João Souza, pelo amor, incentivos e orações.

Aos colegas da Pós-graduação, pelas dicas, materiais, conhecimentos e momentos compartilhados.

Às meninas da República Gaia, que foram meu primeiro lar em São Paulo, por todos os momentos de descontração vividos, que fizeram meus dias mais leves e calmos.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 OBJETIVO GERAL .....	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1 MILHO ( <i>Zea mays L.</i> ) .....	4
3.2 CIGARRINHA-DO-MILHO ( <i>Dalbulus maidis</i> ).....	5
3.3 RESISTÊNCIA DE PLANTAS À INSETOS.....	7
3.4 MILHO CRIOULO.....	8
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	8
4.1 MANUTENÇÃO DAS PLANTAS E CRIAÇÃO DOS INSETOS .....	9
4.2 DETERMINAÇÃO DE RESISTÊNCIA POR ANTIXENOSE.....	10
4.2.1 Preferência de adultos por variedades de milho.....	10
4.2.2 Seleção de variedades de milho para oviposição por cigarrinhas em condições de livre escolha.....	11
4.2.3 Seleção de variedades de milho para oviposição por cigarrinhas em condições sem chance de escolha .....	12
4.3 DETERMINAÇÃO DE RESISTÊNCIA POR ANTIBIOSE .....	13
4.4 DETERMINAÇÃO DE RESISTÊNCIA POR TOLERÂNCIA .....	14
4.5 OBTENÇÃO DE PLANTAS-FONTE DO FITOPLASMA E CIGARRINHAS INFECTIVAS .....	16
4.6 DETERMINAÇÃO DA RESPOSTA DE PLANTAS DE MILHO À INFECÇÃO POR FITOPLASMA.....	16
5. ANÁLISES ESTÁTISTICAS .....	17
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	18
6.1 DETERMINAÇÃO DA ANTIXENOSE .....	18
6.1.1 Preferência de adultos.....	18
6.1.2 Oviposição com escolha .....	19
6.1.3 Oviposição sem escolha .....	21
6.2 DETERMINAÇÃO DA ANTIBIOSE .....	22
6.2.1 Duração do Período ninfal.....	22
6.2.2 Mortalidade Ninfal .....	23
6.2.3 Período de Desenvolvimento .....	25
6.2.4 Longevidade de adultos .....	26
6.3 DETERMINAÇÃO DA TOLERÂNCIA .....	27

<b>6.4 DETERMINAÇÃO DA RESPOSTA DE PLANTAS DE MILHO À INFECÇÃO POR FITOPLASMA.....</b>	<b>29</b>
<b>6.5 AGRUPAMENTO DE VARIEDADES RESISTENTES E SUSCETÍVEIS .....</b>	<b>31</b>
<b>7. CONCLUSÕES.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>34</b>

## RESUMO

### AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS DE MILHO À *Dalbulus maidis* (DELONG & WOLCOTT) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE).

A cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) é uma importante praga na cultura do milho, sendo capaz de causar danos diretos por sua alimentação, além de ser responsável pela disseminação de três importantes fitopatógenos para plantas de milho: *Maize Bushy Stunt Phytoplasma* (MBSP), *Spiroplasma kunkelii* e *Maize Rayado Fino Virus* (MRFV). A utilização de plantas resistentes à insetos é um método de controle sustentável e estrategicamente eficiente para o controle de pragas e doenças. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de diferentes variedades de milho crioulo a *Dalbulus maidis*. Foi verificada a atratividade das plantas de milho a *D. maidis* para alimentação e/ou abrigo e a preferência de oviposição com e sem chances de escolha. Os testes para antibiose verificaram os efeitos no desenvolvimento das fases de *D. maidis* nas diferentes variedades, a partir dos parâmetros: período ninfal, período de ovo a adulto, mortalidade ninfal e longevidade dos insetos. Os danos ocasionados por *D. maidis* em plantas de milho foram verificados e também, as respostas das variedades de milho quanto aos impactos de MBSP. A variedade IAC AIRAN e Amarelo Astecão apresentaram as maiores médias de preferência de adultos em relação à Pipoca Roxo Kika, que foi a menos preferida. As fêmeas de *D. maidis*, no teste sem chances de escolha, ovipositaram mais na variedade Al Bandeirante se comparadas à Amarelo Astecão, que tiveram a menor média de ovos. Para os testes de oviposição com chance de escolha, não teve diferença estatística significativa. Nos ensaios de antibiose, os insetos mantidos em plantas da variedade NS 90 PRO 2 apresentaram o maior período ninfal e os insetos em Pipoca Roxo Kika, o maior período de desenvolvimento, se comparados aos insetos em Branco Pedro 2. Os insetos em Amarelo Laleska, Amarelo Astecão, NS 90 PRO 2, Pipoca Roxo Kika e Vermelho Pedro apresentaram as menores longevidades em relação aos insetos de Al Bandeirante. No teste de tolerância, os dados de crescimento percentual e escala visual de danos não apresentaram diferença estatística significativa. Nos testes sobre resposta de plantas à infecção por fitoplasma, demonstrou que 100% das plantas de Pipoca Roxo Kika morreram, 60% das plantas de Al Bandeirante, Amarelo Laleska, Branco Pedro 2 e NS 90 PRO 2 não apresentaram nenhum sintoma aparente, 20% apresentaram sintomas leves de amarelecimento e/ou avermelhamento e perfilhamento e as outras 20% morreram. Em relação às alturas das plantas, as médias não apresentaram diferenças estatísticas significativas. Após aplicação de teste estatístico multivariado, foi obtido um dendrograma que indicou a formação de dois grandes grupos, podendo caracterizar como os grupos das variedades suscetíveis e variedades resistentes. Diante disso, os resultados desta pesquisa, podem ter encontrado fontes de resistências em plantas de milho, que podem auxiliar no controle de *D. maidis*, pois algumas variedades destacaram-se por apresentarem características que interferem diretamente na reprodução e desenvolvimento do inseto-praga, que podem contribuir na escolha de materiais a serem cultivados no campo, além de orientar programas de melhoramento genético de milho na resistência de plantas à insetos.

**Palavras-chave:** Antixenose; Antibiose; Cigarrinha-do-milho; Milho crioulo; Tolerância.

## ABSTRACT

### EVALUATION OF CORN PLANTS RESISTANCE TO *Dalbulus maidis* (DELONG & WOLCOTT) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE).

The corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (Delong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) is an important pest in corn crops, capable to cause direct damage through its feeding, and dissemination of three important phytopathogens to corn plants: *Maize Bushy Stunt Phytoplasma* (MBSP), *Spiroplasma kunkelii* and *Maize Rayado Fino Virus* (MRFV). The use of insect-resistant plants is a sustainable and strategically efficient control method for controlling pests and diseases. The objective of this work was to evaluate the resistance of different varieties of creole corn to *Dalbulus maidis*. The attractiveness of corn plants to *D. maidis* for food and/or shelter and the preference for oviposition with and without choice was verified. The antibiosis tests verified the effects on the development of the stages of *D. maidis* in the different varieties, based on the parameters: nymphal period, period from egg to adult, nymphal mortality and insect longevity. The damage caused by *D. maidis* to corn plants was verified, as well as the responses of corn varieties to MBSP infection. The "IAC AIRAN" and "Amarelo Astecão" varieties presented the highest averages of adult preference compared to "Pipoca Roxo Kika", which was the least preferred. *D. maidis* females, in the no-choice test, oviposited more in the "Al Bandeirante" variety compared to "Amarelo Astecão", which had the lowest average number of eggs. For oviposition tests with a chance of choice, there was no statistically significant difference. In the antibiosis tests, the insects fed on "NS 90 PRO 2" presented the longest nymphal period and the insects in "Pipoca Roxo Kika", the longest period of development, compared to the insects in "Branco Pedro 2". The insects in "Amarelo Laleska", "Amarelo Astecão", "NS 90 PRO 2", "Pipoca Roxo Kika" and "Vermelho Pedro" showed the lowest longevity compared to insects from "Al Bandeirante". In the tolerance test, the percentage growth data and visual scale of damage did not show a statistically significant difference. In tests on plant response to phytoplasma infection, it was shown that 100% of "Pipoca Roxo Kika" plants died, 60% of "Al Bandeirante", "Amarelo Laleska", "Branco Pedro 2" and "NS 90 PRO 2" plants did not show any apparent symptoms, 20% showed mild symptoms of yellowing and/or reddening and tillering and the other 20% died. Regarding plant heights, the averages did not show statistically significant differences. After applying a multivariate statistical test, a dendrogram was obtained that indicated the formation of two main groups, which can be characterized as the groups of susceptible varieties and resistant varieties. Therefore, the results of this research may have found sources of resistance in corn plants, which can help control *D. maidis*, as some varieties stood out for presenting characteristics that directly interfere with the reproduction and development of the insect pest, which can contribute to the choice of materials to be cultivated in the field, in addition to guiding corn genetic improvement programs for plant resistance to insects.

**Keywords:** Antixenosis; Antibiosis; Corn leafhopper; Creole corn; Tolerance.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - A) Plantas de milho 30F53 mantidos em casa de vegetação para a criação de <i>Dalbulus maidis</i> . B) Gaiolas de criação mantidas em condições de laboratório com cigarrinhas <i>D. maidis</i> .....	10
<b>Figura 2</b> - Distribuição das gaiolas no ensaio para preferência de adultos de <i>Dalbulus maidis</i> .....	11
<b>Figura 3</b> - A) Distribuição das plantas de milho em gaiolas no ensaio para oviposição com escolha. B) Visualização de ninfas de <i>Dalbulus maidis</i> com uso de estereomicroscópio (20x). ....	12
<b>Figura 4</b> - Distribuição de plantas de milho em gaiolas entomológicas constituídas com garrafa de 2L juntamente com cigarrinhas <i>Dalbulus maidis</i> no ensaio de oviposição sem chances de escolha. ....	13
<b>Figura 5</b> - Plantas de milho e casais de <i>Dalbulus maidis</i> em gaiolas no ensaio de antibiose.....	14
<b>Figura 6</b> – A) Esquema da distribuição das gaiolas no ensaio de tolerância. B) Plantas de milho transplantadas em vasos de 5L após 72h de contato com cigarrinhas <i>D. maidis</i> .....	15
<b>Figura 7</b> - A) Esquema da distribuição das gaiolas entomológicas com cigarrinhas infectivas e plantas de milho. B) Plantas de milho transplantadas em vasos de 5L após período de acesso à inoculação de 96h por <i>Dalbulus maidis</i> .....	17
<b>Figura 8</b> - Plantas de milho após 30 dias do período de inoculação com sintomas de fitoplasma. A) Planta com amarelecimento. B) Planta de milho com avermelhamento. C) Planta de milho com sintoma severo. D) Planta de milho do grupo testemunha. .	30
<b>Figura 9</b> - Dendrograma da análise de agrupamento das 10 variedades de milho testadas quanto à resistência a <i>Dalbulus maidis</i> .....	31

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é uma das mais importantes do Brasil, apresentando destaque mundial. Este fato deve-se à importância para a alimentação humana e diversidade de subprodutos originados da matéria prima, com ênfase para a produção de rações para o consumo animal e produção de etanol (Florêncio; Melo, 2022). Cerca de 22.036,1 mil ha são ocupados com milho no Brasil. Segundo estimativas, a produção total de produção da safra 2022/23 é de 124.677,4 mil toneladas (Conab, 2023).

O aumento da produção e mudanças no sistema de cultivo com a presença de 3 safras quebrou a sazonalidade de plantio, aumentando a pressão de pragas e doenças dessa cultura. Entre elas, a cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong) (Hemiptera: Cicadellidae), considerada uma das principais pragas-chave da cultura (Marega; Marques, 2021). O milho é cultivado anualmente, aproveitando o regime hídrico em superávit durante a estação chuvosa, e é nesta condição que a população de cigarrinhas atinge seus maiores picos populacionais (Becerra-Chiron; Moya-Raygoza, 2018).

A cigarrinha-do-milho é um inseto sugador de coloração amarelo-palha, sendo o adulto diferenciado pela presença de duas manchas pretas circulares na parte superior da cabeça (Triplehorn; Nault, 1985). O ciclo de ovo a adulto em média dura 26,3 dias. Os ovos medem 1,3 mm, possuem coloração esbranquiçada e córion transparente (Marín, 1987), e são inseridos nos tecidos vegetais sob a camada epidérmica das folhas, ou na nervura central (postura endofítica) (Heady; Nault, 1984). Na fase ninfal, os 5 instares duram em média 20 dias à 26,7 °C (Tsai, 1988). Os adultos medem de 3,7 mm a 4,3 mm de comprimento, a longevidade média do adulto é de 26-51 dias à 21,1°C e o número médio de ovos colocados por fêmea é de 151 (Davis, 1966). O período de pré-oviposição dura 8,5 dias (Tsai, 1988).

Entre os danos que os insetos ocasionam nas plantas de milho, há a transmissão de três fitopatógenos importantes, *Spiroplasma kunkelii*, *Maize Bushy Stunt Phytoplasma* e o *Maize Rayado Fino Vírus*, que causam as doenças, enfezamento pálido, enfezamento vermelho e vírus da risca, respectivamente (Albarracin; Virla; Ordano, 2021). Esses patógenos são transmitidos de forma persistente e propagativa por *D. maidis*, contribuindo para altas taxas de incidência das doenças associadas. Na América Central, Peru, Brasil e Argentina, a incidência das doenças em algumas áreas

pode afetar 100% das plantas, causando perdas de produção de até 90% (Santana et al., 2019).

A cigarrinha *D. maidis* é uma espécie oligófaga, sendo o milho sua principal planta hospedeira, mas também pode se alimentar e reproduzir em outras espécies de plantas do gênero *Zea* como os teosintos (Oliveira; Frizzas; Oliveira, 2020). Esses insetos também causam danos diretos a plantas de milho, sugando a seiva, ocasionando sintomas de estresse hídrico e murchamento (Coll-Aráoz et al., 2020).

O controle químico é um dos métodos mais utilizados para o controle de cigarrinha-do-milho (Trevisan Junior; Gheller, 2022). Porém, o uso indiscriminado do controle químico pode gerar intensos impactos ao meio ambiente, afetando organismos não-alvo, modificando o agroecossistema e contribuindo para a seleção de indivíduos resistentes. Outros métodos, como a utilização de cultivares resistentes à insetos, são eficientes para o controle de pragas e doenças (Lins Júnior, 2019).

A utilização de cultivares resistentes é uma alternativa eficaz para o controle de insetos-pragas em diversas culturas. O uso da resistência de plantas no Manejo Integrado de Pragas (MIP), tem ganhado importância por ser uma prática que resulta em diferentes formas de reações nos insetos de acordo com os níveis de resistência expressos nas plantas (Boiça Júnior et al., 2015). Além disso, possui vantagens como baixo custo, menor impacto aos recursos naturais e facilidade na adoção (Guimarães et al., 2018).

Os tipos de resistência são antixenose (não-preferência), antibiose e tolerância. A antixenose está relacionada a um efeito desfavorável no comportamento do inseto, exercido pela planta. Já a antibiose, refere-se aos efeitos letais diretos de componentes da planta sobre os diferentes estágios do inseto alvo, enquanto que a tolerância é a capacidade da planta de suportar o ataque, sem sofrer muitos danos, ou seja, sem uma significativa redução na produção (Baldin et al., 2019).

As variedades de milho crioulo são conhecidas pelo manejo desenvolvido por povos tradicionais, como os indígenas, quilombolas, ribeirinhos e agricultores familiares, respeitando as características ambientais e culturais de cada região (Limão et al., 2019). Essas variedades possuem grande riqueza de material genético e ampla adaptabilidade às condições ambientais (Bianchetto et al., 2017). Devido a riqueza de variabilidade genética, podem ser utilizadas em programas de melhoramento em busca de genes de tolerância ou resistência a doenças, por exemplo (Paterniani et al., 2000).

Devido à crescente importância deste inseto-praga, pesquisas têm sido desenvolvidas para o controle e buscas por fontes de resistência a *D. maidis* em plantas de milho (Carpane; Catalano, 2022; Costa et al., 2019; Faria et al., 2021; Faria et al., 2022; Oleszczuk et al., 2020). Porém, ainda são informações limitadas quanto ao comportamento de *D. maidis* em variedades de milho crioulo e o desempenho dessas variedades ao contato com esses insetos, visto que podem apresentar características de resistência ao inseto-praga.

Por tanto, as variedades crioulas podem apresentar um papel importante para o desenvolvimento de novas cultivares, com menos sensibilidades às cigarrinhas-do-milho, por exemplo, e também pela importância desses materiais para os povos originários, que buscam preservar os recursos ambientais e suas tradições. Encontrar características de resistências em variedades como essas, possui um grande impacto socioambiental e econômico, por ser um método de controle de pragas com menos agressões ao meio ambiente e ainda, valorizar as tradições e características dos povos tradicionais.

Neste sentido, o presente trabalho visou buscar alternativas de fontes de resistência em variedades de milho, que podem auxiliar no controle desses insetos, podendo ser componentes importantes de fonte de resistência para o desenvolvimento de novas cultivares. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a resistência de diferentes variedades de milho crioulo a *D. maidis* (cigarrinha-do-milho).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a resistência de diferentes variedades de milho crioulo a *Dalbulus maidis*.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Verificar o comportamento de *D. maidis* em variedades de milho e determinar sua resistência por antixenose;
2. Identificar os efeitos das variedades de milho sobre a biologia de *D. maidis* para caracterização da antibiose;
3. Avaliar os danos ocasionados por *D. maidis* em variedades de milho e determinar a resistência por tolerância;
4. Avaliar a resposta de variedades de milho quanto à infecção por fitoplasma.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 MILHO (*Zea mays* L.)

O milho é considerado uma das espécies econômicas nativas das Américas, pertencente à ordem Poales, família Poaceae, subfamília Panicoideae, tribo Maydeae gênero *Zea* e espécie *Zea mays*. É uma planta herbácea, anual e com ciclo completo de quatro a cinco meses. O México é considerado o centro de origem e diversidade desta espécie, onde, posteriormente ocorreu a disseminação pela América (Fornasieri Filho, 1992).

Trata-se de uma planta monocotiledônea, com caule tipo colmo, sistema radicular fasciculado e raízes adventícias que ajudam no suporte e absorção dos nutrientes. É uma planta monóica com flores femininas, espigas laterais e flores masculinas apicais em panícula. O ciclo completo compreende da sementeira à colheita, dependendo do material plantado, inclui superprecoce, precoce, semiprecoce e tardio (Silva et al., 2021).

No desenvolvimento da cultura, a planta de milho passa por diferentes estádios fenológicos, do vegetativo (V) ao reprodutivo (R). O estádio vegetativo divide-se em Emergência (VE), V1, V2, V3, V4, Vn e Vt (pendoamento). Cada estádio é definido a partir da formação visível do colar na inserção da bainha da folha com o colmo. Visto que, de cima para baixo, quando a primeira folha estiver com o colar visível, é considerada totalmente desenvolvida. Os estádios reprodutivos vão de R1 a R6, e estão relacionados com a formação da espiga (Magalhães; Durães, 2006).

A cultura do milho é uma das principais do Brasil com área de 22.036,1 mil ha e uma produção total estimada das 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> safra em 124.677,4 mil toneladas na safra de 2022/23 (Conab, 2023). Em 2022, de acordo com os dados do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, o valor das exportações desse grão chegou à US\$ 12,1 bilhões (Brasil, 2023).

A importância econômica da cultura deve-se à diversidade de subprodutos originados da matéria prima, com ênfase para a produção de etanol e principalmente rações, pois o mercado brasileiro de carnes possui alto rendimento e competitividade internacional. A produção do milho vem crescendo anualmente por conta das atividades de avicultura e suinocultura para a consumo direto de animais ou produção de rações (Souza et al., 2020).

Por conta do aumento da produção e a presença de três safras ao ano, a cultura fica o ano todo em campo, resultando no aumento do número de doenças e pragas na cultura. Entre as principais pragas que podem causar danos para o milho, *D. maidis* é capaz de disseminar fitopatógenos associados aos enfezamentos (Libera et al., 2022).

### **3.2 CIGARRINHA-DO-MILHO (*Dalbulus maidis*)**

A cigarrinha do milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) é um inseto sugador, considerada uma das principais pragas encontradas nos cultivos de milho. São insetos de coloração predominante amarelo-palha que, na fase adulta, possuem duas manchas pretas circulares na coroa. Além disso, caracteriza-se por possuir quatro fileiras de espinhos com densidades e tamanhos distintos nas tíbias das pernas posteriores (Triplehorn; Nault, 1985).

A duração média do ciclo (ovo-adulto), é de 26,3 dias. Os ovos possuem a cor esbranquiçada e córion transparente, medem 1,3 mm aproximadamente (Marín, 1987), são inseridos nos tecidos vegetais sob a camada epidérmica das folhas, ou na nervura central (Heady; Nault, 1984). As fêmeas possuem alta capacidade reprodutiva, sendo capazes de ovipositar de 15 a 37 ovos por dia (Becerra-Chiron; Moya-Raygoza; Muñoz-Urias, 2020). O período embrionário em média é de 8 dias à 23,4°C e 83% de UR (Davis, 1966).

A duração dos estágios ninfais varia de acordo com a temperatura, mas em média, os 5 instares duram 20 dias à 26,7 °C (Tsai, 1988). Os adultos medem de 3,7 mm a 4,3 mm de comprimento, normalmente as fêmeas são maiores que os machos, com longevidade média de 26 a 51 dias à 21,1°C. A fecundidade de fêmeas é descrita em 151 ovos por fêmea (Davis, 1966), e o período de pré-oviposição dura cerca de 8,5 dias (Tsai, 1988).

A localização de *D. maidis* em plantas de milho varia de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta. Em plantas jovens são encontradas no interior do cartucho do milho. Já em plantas em estágios fenológicos mais avançados, localizam-se também dentro das folhas nos lados abaxial e adaxial. As ninfas, normalmente estão distribuídas apenas na face abaxial das folhas de milho (Oliveira; Frizzas, 2021).

Os adultos e ninfas de *D. maidis* ocasionam danos diretos através da sucção da seiva e alterações fisiológicas induzidas por toxinas injetadas da saliva e/ou posturas endofíticas (Faria et al., 2022). A alimentação do floema interrompe o fluxo de água, o que pode levar ao estresse hídrico, atrofiamento das plantas e murchamento. Além disso,

*D. maidis* excreta *honeydew*, que facilita o desenvolvimento de fungos, reduzindo ainda mais o rendimento do milho (Jones; Medina; Bernal, 2022).

Os principais danos indiretos são a transmissão de três fitopatógenos do milho, sendo dois mollicutes, *Maize Bushy Stunt Phytoplasma* (MBSP) e *Spiroplasma kunkelii* e *Maize Rayado Fino Vírus* (MRFV), que ocasionam sintomas severos das doenças do complexo enfezamento do milho afetando a produtividade do cereal (Sánchez-Reinoso et al., 2021).

O MBSP ocasiona a doença em plantas de milho conhecida como enfezamento vermelho. O surgimento de avermelhamento generalizado nas folhas, redução da altura, proliferação das espigas e possível perfilhamento nas axilas foliares ou na base das plantas, são sintomas que contribuem para o diagnóstico desta doença (Oliveira et al., 2002). A transmissão é do tipo persistente e propagativa, o período latente entre a aquisição e a inoculação do patógeno em média é de quatro semanas (Nault, 1980).

Entre os fatores que contribuem para o aumento de *D. maidis*, há o aumento da utilização de híbridos geneticamente resistentes à insetos, que podem sintetizar toxinas contra lepidópteros pragas, reduzindo o uso de pulverizações de inseticidas, que contribuem para o aumento de danos associado a espécies não-alvo, como *D. maidis*. Outro fator, está relacionado ao sistema de produção do milho, com o cultivo do milho irrigado e produção em três safras ao ano, que contribuiu fortemente para a proliferação deste inseto, visto que a cigarrinha possui hospedeiro disponível durante todo o ano (Foresti et al., 2022).

A população de *D. maidis*, é mais elevada nos meses de fevereiro a abril, diferenciando dos meses de inverno (junho a setembro), que a população é reduzida. Porém, mesmo com temperatura e umidade baixas, as cigarrinhas ainda ficam presentes, devido a migração para lugares onde é realizada cultivo de segunda safra, plantas de milho remanescente de colheitas passadas e cultivos irrigados (Silveira, 2019).

O uso de inseticidas sistêmicos nas fases iniciais da cultura do milho é a principal medida de controle para as populações de *D. maidis*. Porém, os riscos ao meio ambiente e à segurança dos colaboradores com esta prática, aumentou o interesse por alternativas que podem ser desenvolvidas como medidas de controle deste inseto-praga (Souza et al., 2021).

Entre elas, a utilização de plantas resistentes à insetos, que é um método de controle sustentável e estrategicamente eficiente. As variedades resistentes irão

conservar os inimigos naturais, aumentando a eficácia e redução das taxas de aplicação de defensivos químicos. Além disso, possui eficiência significativa na redução das populações de pragas abaixo do nível de dano econômico, consequentemente reduzindo os custos de produção (Haider et al., 2021).

### **3.3 RESISTÊNCIA DE PLANTAS À INSETOS**

A resistência de plantas à insetos é considerada a soma relativa das qualidades genéticas que a planta apresenta. Os genótipos podem ter vantagens, como manter as populações de pragas abaixo dos níveis de dano econômico, e serem mais persistentes e compatíveis com outros métodos de controle (Baldin et al., 2019).

As plantas que são resistentes ao ataque de insetos, na maioria das vezes, significa mudanças no comportamento ou na biologia do inseto, ou mesmo uma simples resposta da própria planta, que em nada afeta os insetos, após a alimentação pelos mesmos (Lara, 1991). A resistência pode ser dividida em três categorias: antixenose (não-preferência), antibiose e tolerância (Smith, 2005).

Há dois mecanismos básicos que as plantas apresentam como defesa contra herbívoros: defesa constitutiva e defesa induzida. A constitutiva está relacionada à compostos químicos e estruturas morfológicas que interferem no acesso dos herbívoros às plantas, afetando alguns parâmetros do ciclo biológico dos insetos. A induzida, relaciona-se a alterações morfológicas ou fisiológicas resultantes do comportamento dos insetos sobre plantas, ocasionando uma não preferência de insetos por algumas variedades de plantas (Oliveira et al., 2019).

Quanto aos tipos de resistência, a antixenose ocorre quando plantas em condições semelhantes, apresentam menor preferência para alimentação, oviposição ou abrigo. Isso deve-se a características e/ou aleloquímicos presentes nas plantas que afetam o comportamento do inseto durante a sua escolha (Panda; Khush, 1995).

A antibiose acontece quando há o efeito direto na sobrevivência ou desenvolvimento do inseto-praga, ou seja, gera efeitos adversos na biologia dos insetos. Pode resultar em fecundidade, tamanho e peso reduzidos, alteração da proporção sexual e longevidade do inseto, alteração no número de instares e período ninfal, além do aumento da mortalidade e outros aspectos morfológicos e fisiológicos do inseto (Painter, 1951).

Já a tolerância é a capacidade da planta suportar uma densidade maior de insetos, sem reduzir a produção ou a qualidade dessa planta, ou seja, ela sofre menos danos em comparação às outras (Smith, 2005).

### **3.4 MILHO CRIOULO**

As sementes de variedades crioulas possuem um manejo desenvolvido por povos tradicionais, como os indígenas, quilombolas, ribeirinhos e agricultores familiares, respeitando as características ambientais e culturais de cada região (Limão et al., 2019)

Essas variedades compõem um patrimônio genético único, por conta das possíveis alterações genéticas, adquiridas ao longo de tempo, decorrentes da interação dos agricultores com o ambiente na atividade agrícola camponesa (Lima; Santos, 2018). Além de garantir ao agricultor a continuidade de suas atividades agropecuárias, as variedades crioulas possuem diversidade genética e adaptação às condições ambientais (Bianchetto et al., 2017). Além disso, possuem elevado potencial de adaptação, por isso são importantes para o melhoramento genético (Paterniani et al., 2000).

Os agricultores familiares mantêm suas variedades de milho crioulo mesmo na presença de cultivares comerciais, por conta da diversidade genética encontrada resultante de práticas adotadas por eles, como a seleção de sementes. Esses produtores possuem a capacidade de conservar os recursos genéticos, por meio da seleção dirigida, eles desenvolvem as variedades crioulas e identificam quais características são mais desejáveis (Fernandes, 2022).

Ademais, para que se consiga cultivares resistentes com mecanismos de defesas eficientes, é necessário a disponibilidade de diversas fontes de recursos genéticos, que possam apresentar características de resistência. Variações genéticas de diferentes populações geram um conjunto genético que pode ser utilizado em programas de melhoramento. Muitas vezes os genes de resistência são encontrados em variedades crioulas (Miranda et al., 2007).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Manejo de Pragas, nas dependências do Centro de Ciências Agrárias (CCA), UFSCar, campus Araras-SP. Foram avaliadas 10 variedades de milho (Quadro 1).

**Quadro 1** – Nome, características e origem das variedades testadas.

<b>Variedade</b>	<b>Características</b>	<b>Origem</b>
Al Bandeirante	Variedade comercial, Semiprecoce, Resistência moderada às principais doenças que ocorrem no Estado de São Paulo.	CATI
Amarelo Astecão	Variedade Crioula	...
Amarelo Laleska	Variedade Crioula	...
Branco Pedro 1	Variedade Crioula	...
Branco Pedro 2	Variedade Crioula	...
IAC AIRAN	Variedade Comercial	IAC
NS 90 PRO2	Híbrido comercial, precoce, tolerante ao herbicida glifosato e resistente à lagartas.	Nidera sementes
Pipoca Pedro	Variedade Crioula	...
Pipoca Roxo Kika	Variedade Crioula	...
Vermelho Pedro	Variedade Crioula	...

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### **4.1 MANUTENÇÃO DAS PLANTAS E CRIAÇÃO DOS INSETOS**

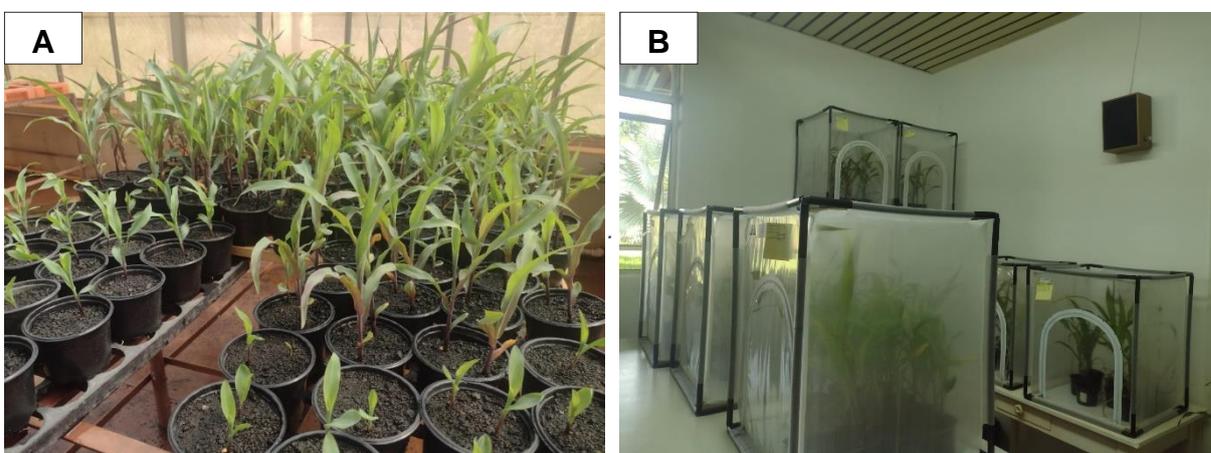
Para o início da criação de insetos foram obtidos indivíduos de taxonomia conhecida, junto ao Laboratório de Insetos Vetores, do Departamento de Entomologia e Acarologia, ESALQ/USP (Piracicaba-SP). Posteriormente, esses insetos foram mantidos no Laboratório de Manejo de Pragas – CCA/ Araras, em gaiola entomológica modelo DS 45x45x55 cm sobre plantas de milho da cultivar 30F53 em estágio V3 - V4, mantidos em condições controladas ( $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$  e 75% de UR) e fotoperíodo de 12h:12h, adaptando a metodologia descrita por Oliveira et al. (2017).

Para obtenção das plantas utilizadas na criação, duas sementes do híbrido convencional 30F53 foram semeadas em vasos de 415 mL, com substrato comercial Lupatec® e Origem substratos® enriquecido com fertilizante NPK na formulação 10-10-

10. As plantas foram mantidas em casa de vegetação em condições favoráveis ao seu desenvolvimento ( $35 \pm 1^\circ\text{C}$  e 55% de UR), até atingirem os estágios fenológicos V3 - V4 para posterior uso na criação dos insetos (Figura 1A).

Para a manutenção dos insetos adultos, estes eram mantidos em gaiolas do modelo DS 45x45x55 cm (Figura 1B). A cada 3 dias, eram acrescentadas novas plantas milho para alimentação dos insetos e, posteriormente, essas plantas eram retiradas e colocadas separadamente em gaiolas de postura.

**Figura 1** - A) Plantas de milho 30F53 mantidas em casa de vegetação para a criação de *Dalbulus maidis*. B) Gaiolas de criação mantidas em condições de laboratório com cigarrinhas *D. maidis*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a manutenção da postura, em uma gaiola DS, diariamente as plantas de milho foram irrigadas, até a eclosão das ninfas, que ocorre aproximadamente 8 dias após as primeiras posturas das fêmeas sobre as plantas de milho.

Para a manutenção das ninfas, estas permaneceram em gaiola, até passarem pelos cinco estágios ninfais. Plantas de milho foram adicionadas diariamente às gaiolas de ninfas, até a emergência dos adultos. Então, estes foram transferidos para uma nova gaiola com plantas de milho do estágio V3 a V4, para início da retirada da postura, dando continuidade ao processo de criação e manutenção de insetos.

## 4.2 DETERMINAÇÃO DE RESISTÊNCIA POR ANTIXENOSE

### 4.2.1 Preferência de adultos por variedades de milho

Para determinar a atratividade das variedades de milho a *D. maidis*, foram utilizados cinco vasos de 415 mL para cada tratamento, e 5 gaiolas entomológicas modelo DS. Em cada gaiola, foram dispostos aleatoriamente, um vaso com uma

planta/tratamento no estágio fenológico V2 - V3, totalizando 10 plantas por gaiola. Posteriormente, foram liberados 25 casais jovens (uma semana de idade) de *D. maidis* em cada gaiola (Figura 2), mantidos em condições controladas ( $26 \pm 1^\circ\text{C}$  e 75% de UR) e fotoperíodo de 12h:12h.

**Figura 2** - Distribuição das gaiolas no ensaio para preferência de adultos de *Dalbulus maidis* para alimentação e/ou abrigo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com 10 tratamentos e cinco repetições. Foi realizada a contagem do total de adultos presentes nos caules, nas folhas de cada planta, os insetos dispersos nas gaiolas e os insetos mortos 24, 48, 72 e 96 h após a liberação.

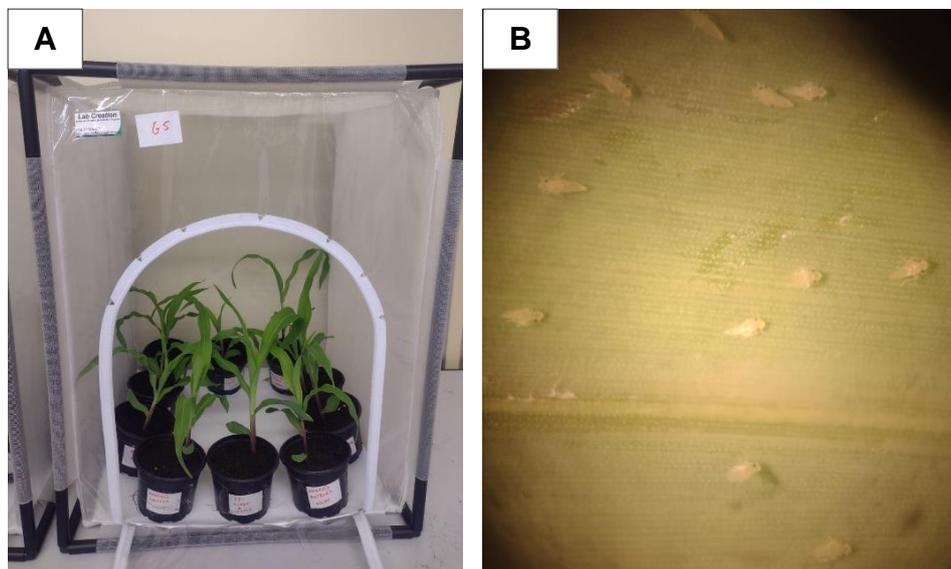
#### **4.2.2 Seleção de variedades de milho para oviposição por cigarrinhas em condições de livre escolha**

Para determinar quais variedades são preferidas para oviposição, foram realizadas 5 repetições, sendo que cada repetição consistia de uma planta de cada variedade, dispostas no interior da gaiola em forma de círculo, totalizando 5 gaiolas modelo DS. Em cada gaiola foram liberados 25 casais de *D. maidis* e as plantas foram expostas à oviposição por 96h. Após isso, as folhas de cada planta foram armazenadas em placas de petri (90x15mm) cobertas com papel filtro e umedecidas diariamente.

Essas folhas foram mantidas em BOD, com temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e fotoperíodo 12:12h até a eclosão das ninfas. Estas (Figura 3B), foram avaliadas diariamente com o auxílio de um estereomicroscópio binocular modelo XT-3L-NM-BI

para estipular o total de ovos em cada planta. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com 10 tratamentos e cinco repetições.

**Figura 3** - A) Distribuição das plantas de milho em gaiolas no ensaio para oviposição com escolha. B) Visualização de ninfas de *Dalbulus maidis* com uso de estereomicroscópio (20x).



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.2.3 Seleção de variedades de milho para oviposição por cigarrinhas em condições sem chance de escolha

Para determinar a preferência por oviposição, sem chances de escolha, foram utilizadas plantas de milho em vasos de 415 mL com uma planta (estágio fenológico V2 - V3) de cada variedade. As gaiolas foram confeccionadas com garrafas de plástico de refrigerante de 2L transparente com o fundo retirado e aberturas laterais protegidas por tecido "voil" para ventilação (Figura 4), adaptado de Lopes e Oliveira (2004). Posteriormente, três casais de *D. maidis* foram liberados em cada gaiola, mantidas em condições controladas ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e 70% de UR) e fotoperíodo de 12h:12h. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições e 10 tratamentos.

**Figura 4** - Distribuição de plantas de milho em gaiolas entomológicas constituídas com garrafa de 2L juntamente com cigarrinhas *Dalbulus maidis* no ensaio de oviposição sem chances de escolha.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Três dias após a liberação, foi feita a retirada dos insetos adultos e da postura. Após o período embrionário, ocorreu a eclosão das ninfas e foi realizada a contagem diária dos insetos, por 3 dias, para estipular o total de ovos em cada planta.

### **4.3 DETERMINAÇÃO DE RESISTÊNCIA POR ANTIBIOSE**

Para a realização dos testes de antibiose, os efeitos no desenvolvimento das fases de *D. maidis* foram avaliados em um delineamento inteiramente casualizado, com 10 tratamentos e 5 repetições, mantidos em condições controladas ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e 70% de UR) e fotoperíodo de 12h:12h. Para esses testes, plantas de cada variedade no estágio V3 foram utilizadas, sendo uma planta de cada variedade mantida em gaiolas (Figura 5) confeccionadas com garrafas de plástico, conforme descrito anteriormente. Foram utilizados 3 casais/planta, confinados por 72h sobre uma planta de cada variedade e, posteriormente, foi realizada a retirada dos insetos e da postura.

**Figura 5** - Plantas de milho e casais de *Dalbulus maidis* em gaiolas no ensaio de antibiose.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a eclosão das ninfas, estas foram mantidas nas gaiolas juntamente com plantas de milho no estágio V3, até as ninfas atingirem o último instar e os adultos emergirem. A constatação da mudança dos instares dos insetos foi pautada na presença das respectivas exúvias. Após os adultos emergirem, esses foram observados até as suas respectivas mortes.

Para a avaliação dos insetos, foram selecionadas 6 ninfas por planta e cinco plantas por tratamento, totalizando 30 insetos por variedade. A avaliação desses insetos foi realizada diariamente, para verificar suas características biológicas. O experimento avaliou a duração do período ninfal, período de desenvolvimento (ovo-adulto), mortalidade ninfal e longevidade dos insetos de cada tratamento, de acordo com a metodologia adaptada de Faria (2020).

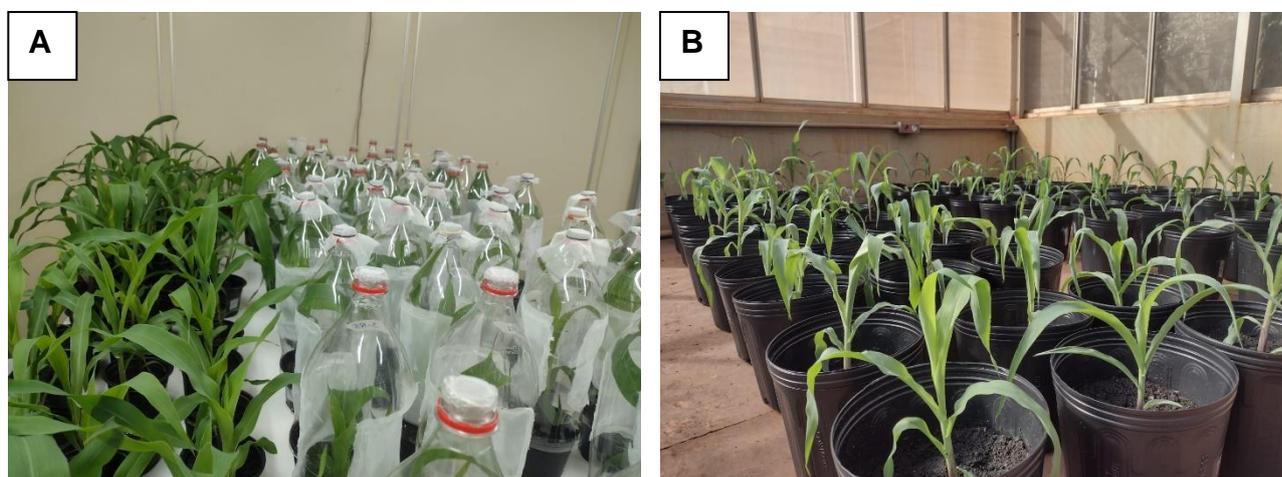
#### **4.4 DETERMINAÇÃO DE RESISTÊNCIA POR TOLERÂNCIA**

Para avaliar os danos ocasionados por *D. maidis*, foram utilizadas uma planta de milho por variedade, com cinco repetições e 10 tratamentos, plantadas em vasos de 415 mL, em delineamento experimental inteiramente casualizado. Após as plantas atingirem o estágio V3, foi realizada medição da altura de cada planta e realizada as infestações com os insetos. Utilizando uma densidade de 5 cigarrinhas/planta, previamente determinada como suficiente para provocar um dano significativo, e com

cinco plantas não infestada por variedade para ser utilizada como o grupo de controle, mantidos em condições controladas ( $23 \pm 1^\circ\text{C}$  e 65% de UR) e fotoperíodo de 12h:12h

Os vasos foram cobertos com gaiolas (Figura 6A) constituídas de garrafas de plástico de 2L transparente com o fundo retirado e aberturas laterais protegidas por tecido “voil” para ventilação, adaptado de Lopes e Oliveira (2004). Após a infestação, observações diárias em cada planta foram realizadas. Após 72h da infestação, os insetos de cada gaiola foram removidos. Posteriormente, essas plantas foram transplantadas para vasos de 5 L (Figura 6B) e transferidos para casa de vegetação.

**Figura 6** – A) Esquema da distribuição das gaiolas no ensaio de tolerância. B) Plantas de milho transplantadas em vasos de 5L após 72h de contato com cigarrinhas *D. maidis*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As avaliações foram realizadas aos 30 dias após a infestação, e foi baseada nas alturas das plantas, considerando a distância da base da mesma até a ponta da folha mais longa. Foi realizado o cálculo do crescimento percentual das plantas, considerando o valor do acréscimo no comprimento de cada planta infestada em relação ao acréscimo médio no comprimento das plantas não-infestadas, baseado e adaptado de Cruz e Vendramim (1998).

Além disso, foi realizada uma avaliação por escala visual de notas para verificar os possíveis danos ocasionados por *D. maidis*. Plantas infestadas foram classificadas quanto a danos com 1 para nenhum dano a 6 para plantas mortas, utilizando escala adaptada de Schuster e Starks (1973).

#### **4.5 OBTENÇÃO DE PLANTAS-FONTE DO FITOPLASMA E CIGARRINHAS INFECTIVAS**

Os isolados de MBSP utilizados nos experimentos, foram obtidos junto ao Laboratório de Insetos Vetores, do departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP. Para manter os isolados, 700 ninfas do 3<sup>o</sup>a 4<sup>o</sup> instar oriundos da criação livre de patógenos foram mantidas sobre plantas infectadas por fitoplasma para aquisição do patógeno (Orlovskis et al., 2017).

Esses insetos ficaram confinados em plantas fontes do patógeno por um período de acesso a aquisição (PAA) de 4 dias. Após o PAA, foram mantidos em plantas sadias para um período de latência (PL) de cerca de 21 dias. As plantas foram substituídas semanalmente para sobrevivência dos insetos (Oliveira et al., 2017). As gaiolas foram mantidas em uma sala isolada da criação de manutenção para evitar contaminação sob temperatura de  $26 \pm 1^\circ\text{C}$  e 75% de UR e fotoperíodo de 12h:12h.

#### **4.6 DETERMINAÇÃO DA RESPOSTA DE PLANTAS DE MILHO À INFECÇÃO POR FITOPLASMA**

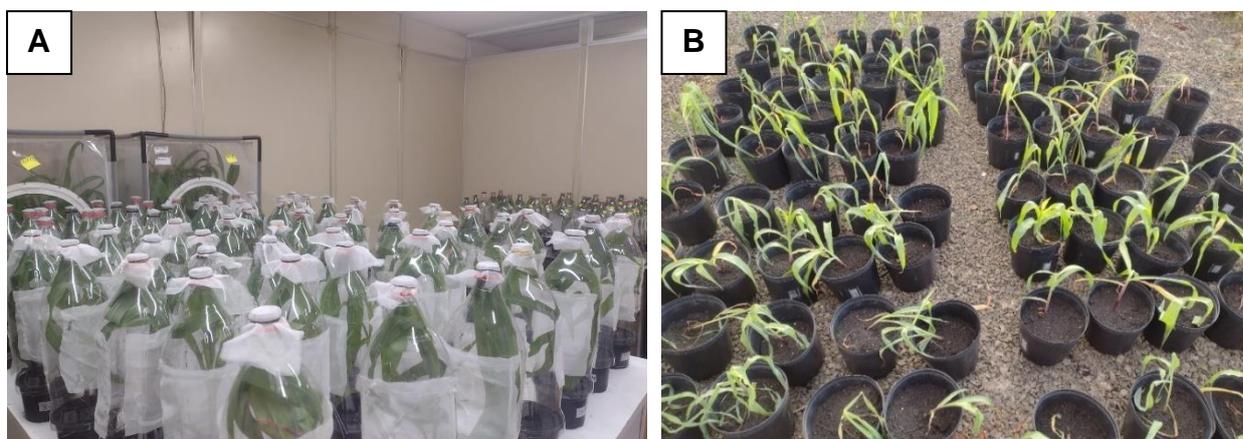
Para determinar a resposta das variedades ao fitoplasma foi verificado o impacto de MBSP em parâmetros de desenvolvimento das variedades de milho avaliadas.

Para a avaliação, foram utilizadas plantas de milho de cada variedade, com cinco repetições e 10 tratamentos em um delineamento inteiramente casualizado. O grupo controle foi representado por 5 plantas de cada tratamento plantadas em vasos de 415 mL, sem exposição às cigarrinhas.

Após as plantas atingirem o estágio V2 - V3, as alturas das plantas foram medidas e cada planta foi infestada com 5 insetos adultos contaminados com MBSP. Os vasos foram cobertos com gaiolas constituídas de garrafas de plástico de 2L transparente (Figura 7A). As plantas do grupo controle também foram cobertas com gaiolas.

Posteriormente, observações diárias foram realizadas e, quatro dias após a infestação, os insetos foram removidos e as plantas transplantadas para vasos de 5 L mantidas em casa de vegetação em condições adequadas para o desenvolvimento (Figura 7B).

**Figura 7-** A) Esquema da distribuição das gaiolas entomológicas com cigarrinhas infectivas e plantas de milho. B) Plantas de milho transplantadas em vasos de 5L após período de acesso à inoculação de 96h por *Dalbulus maidis*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O desenvolvimento das plantas foi avaliado por 30 dias, após o período de acesso a inoculação (PAI). A presença ou ausência dos sintomas de enfezamento vermelho foram observados, considerando sintomáticas as plantas que apresentarem avermelhamento, amarelecimento e/ou clorose nas margens das folhas mais novas (Nault, 1980; Vilanova, 2021). Para verificar os efeitos dos patógenos no crescimento das plantas, altura das plantas foi avaliada em relação às alturas das plantas testemunhas (Sabato et al., 2020).

## 5. ANÁLISES ESTÁTISTICAS

Para analisar a preferência de adultos para alimentação e/ou abrigo, e as características biológicas do inseto (ensaio de antibiose), foi verificada a homogeneidade das variâncias e normalidade com nível de significância ( $p < 0,05$ ) utilizando os testes de Bartlett e Shapiro-Wilk, respectivamente. Posteriormente, foi aplicado o teste de Tukey para comparação das médias utilizando o *software* R 4.1.2 (R Core Team, 2023).

Para o teste de oviposição sem escolha, os dados foram transformados em  $\sqrt{x}$ , posteriormente, foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os dados de oviposição com escolha, o crescimento percentual das plantas em relação às testemunhas e as notas da escala de danos visuais não seguiram os parâmetros normais de distribuição e foram analisados por meio de estatística não-paramétrica, submetidos ao teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ), empregando-se o *software* R versão 4.1.2.

Os dados de resposta de plantas à infecção por fitoplasma, foi utilizado para uma análise de estatística descritiva e para os dados do crescimento das plantas para verificar os efeitos do patógeno nas variedades, foi aplicado teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ).

Para uma análise multivariada dos dados, utilizou-se o método hierárquico de agrupamento representado em dendrograma, utilizando o método de aglomeração de Ward e a medida de distância euclidiana.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 DETERMINAÇÃO DA ANTIXENOSE

#### 6.1.1 Preferência de adultos

A análise de variância aplicada aos dados de preferência de adultos, demonstrou que pelo menos dois tratamentos apresentaram diferenças significativas entre si, pois o p-valor obtido ( $3,2 \times 10^{-5}$ ), foi menor que 0,05.

Entre as 10 variedades selecionadas, IAC AIRAN e Amarelo Astecão, foram as variedades que se destacaram, por apresentarem médias significativas em relação à Pipoca Roxo Kika, para a preferência de adultos por alimentação/abrigo em plantas de milho (Tabela 1). Essa variedade apresentou características de resistência por antixenose, pois foi menos preferida por adultos, se comparada com IAC AIRAN e Amarelo Astecão, que tiveram maior atratividade e por isso, podem ser suscetíveis a *D. maidis*.

**Tabela 1-** Médias de insetos adultos de *Dalbulus maidis* que preferiram as diferentes variedades de milho testados

VARIETADES	MÉDIAS
IAC AIRAN	3,75a*
AMARELO ASTECÃO	3,35a
AMARELO LALESKA	2,95ab
BRANCO PEDRO 2	2,75abc
NS 90 PRO 2	2,75abc
PIPOCA PEDRO	2,75abc
AL BANDEIRANTE	2,1bc
BRANCO PEDRO 1	2,1bc
VERMELHO PEDRO	1,85bc
PIPOCA ROXO KIKA	1,7c

\*médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A não-preferência refere-se à um efeito no comportamento do inseto em relação a planta. Os aloquímicos são aleloquímicos que provocam reações

repelentes aos emissores, ou seja, orienta o inseto em direção oposta à planta, além de impedir a penetração inicial podendo interferir na continuidade da alimentação ou oviposição do inseto (Lara, 1991).

Diaz-Montano et al. (2006) avaliaram a resistência de genótipos de soja ao pulgão-da-soja (*Aphis glycines*) (Hemiptera: Aphididae) e verificaram que as variedades K1639 e Pioneer 95B97 apresentaram resistência por antixenose, pois apresentaram menores quantidade de adultos em plantas de soja.

Quando há pouca atratividade ou baixo nível de colonização de um inseto em um genótipo, sugere-se a existência de fatores que dificultam a alimentação e/ou oviposição, que geralmente ocorre em plantas que apresentam características antixenóticas (Smith, 2005).

Além disso, Panda e Krush (1995) afirmam que a resistência por antixenose ocorre devido a presença de fatores morfológicos, como tricomas e dureza do tecido, deficiência e/ou compostos químicos ou até uma combinação de qualquer desses fatores.

Os tricomas são as primeiras estruturas que os insetos entram em contato após aterrissar nas plantas. Há vários exemplos que comprovam a função dos tricomas no indicativo de resistência por antixenose ou por antibiose em diferentes espécies de plantas e, de acordo com os tipos de tricomas, uma reação diferente pode acontecer nos insetos (Bastos et al., 2015).

War et al. (2012), em uma revisão bibliográfica que descreveram os mecanismos de defesa de plantas contra insetos, apontaram que tricomas em plantas podem afetar os insetos, positiva ou negativamente. Neste experimento, não se pode afirmar se os tricomas influenciaram positiva ou negativamente na preferência de adultos para a alimentação das 10 variedades selecionadas, pois não foi possível quantificar os tricomas das respectivas variedades selecionadas, devido à ausência de tricomas nessas plantas.

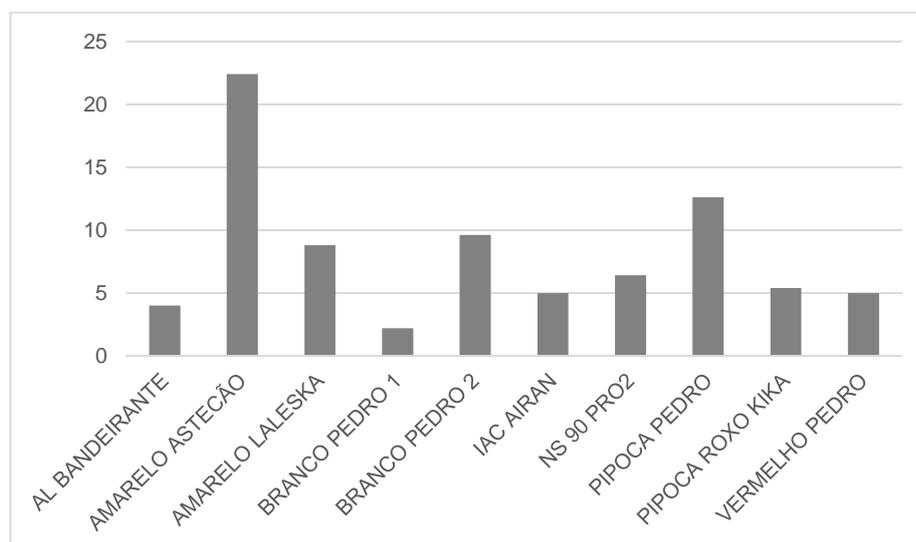
### **6.1.2 Oviposição com escolha**

De acordo com o teste de Kruskal-Wallis, as médias não apresentaram diferença estatística significativa, pois o p-valor obtido (0,907) foi maior que 0,05.

Embora não tenha essa diferença estatística, numericamente (Gráfico 1), as fêmeas de *D. maidis* ovipositaram menos na variedade Branco Pedro 1 (2,7 ovos) e

ovipositaram mais em plantas de Amarelo Astecão (28,15 ovos), porém não se pode afirmar uma preferência na oviposição para esta variedade.

**Gráfico 1** – Valores médios dos dados do teste de oviposição (considerando o número de ninfas para estipular o total de ovos de *Dalbulus maidis*) em diferentes variedades de milho.



Peeters (2002) afirma que as características antixenóticas de plantas podem dificultar ou impedir a alimentação e a oviposição devido à presença de repelentes e/ou ausência de atrativos, ou seja, quando as fêmeas dos insetos são acondicionadas em plantas resistentes elas depositam menos ovos do que as fêmeas em plantas de variedades suscetíveis.

A variedade IAC AIRAN, apesar de ter sido uma das mais preferida por adultos para alimentação e/ou abrigo, não seguiu essa tendência para a escolha dos insetos para a oviposição. As plantas desta variedade, apresentaram quantidades de ovos semelhantes à Pipoca Roxo Kika, uma das variedades que foi menos preferida no teste de preferência de adultos por alimentação e abrigo.

Ademais, comportamentos diferentes podem ter influenciado, pois é provável que os machos optaram em se alimentar por um tipo de variedade (IAC AIRAN), já as fêmeas preferiram ovipositar em outras. Esse fato pode ser justificado por conta dos papéis desempenhados no processo reprodutivo, visto que as fêmeas precisam de uma planta adequada para ovipositar e os machos precisam apenas para se alimentar (Ramos, 2021).

Trabalhos anteriores descreveram a bioecologia de *D. maidis*, assim como o comportamento oviposicional do gênero *Dalbulus* (Heady et al., 1985; Nault, 1998; Tsai,

1988; Zurita et al., 2000; Waquil et al., 1999). Entretanto, apenas Ramos (2021) cita se há diferença no comportamento alimentar, como também cita a diferença na oviposição e pouso entre machos e fêmeas de *D. maidis*, induzidos pela infectividade por MBSP.

Estudos demonstram que a densidade de tricomas pode dificultar a oviposição dos insetos (Vendramim; Nishikawa, 2001), porém podem instigar este comportamento em outras (Baldin et al., 2019). Devido a ausência de tricomas nas variedades selecionadas nesta pesquisa, não se pode afirmar alguma relação desta característica com a oviposição do inseto.

### 6.1.3 Oviposição sem escolha

Quanto aos dados de oviposição sem a chance de escolha, houve diferenças estatísticas significativas, entre pelo menos duas das variedades avaliadas, pois o p-valor obtido (0,009), foi menor que 0,05.

Entre as variedades avaliadas, a oviposição de *D. maidis* (Tabela 2) em plantas de Al Bandeirante apresentou uma diferença significativa em relação à oviposição em plantas de Amarelo Astecão.

**Tabela 2-** Dados do teste de oviposição sem chances de escolha (considerando o número de ninfas para estipular o total de ovos de *Dalbulus maidis*) em diferentes variedades de milho.

VARIEDADES	MÉDIAS
AL BANDEIRANTE	6,5a*
AMARELO LALESKA	5,3ab
PIPOCA PEDRO	4,8ab
BRANCO PEDRO 1	4,7ab
BRANCO PEDRO 2	3,9ab
NS 90 PRO 2	3,6ab
IAC AIRAN	2,6ab
PIPOCA ROXO KIKA	2,5ab
VERMELHO PEDRO	2,4ab
AMARELO ASTECÃO	2,1b

\*médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Entre as variedades selecionadas, Al Bandeirante destacou-se, por apresentar uma média maior em relação à Amarelo Astecão. Portanto, é provável que as plantas de Al Bandeirante apresentem fatores de suscetibilidade para oviposição de *D. maidis*, quanto que as plantas de Amarelo Astecão, neste ensaio de oviposição sem escolha, apresentem características antixenóticas para oviposição.

Apesar de Amarelo Astecão ter apresentado uma das menores médias de ovos neste ensaio, no ensaio de preferência de adultos para alimentação e/ou abrigo e oviposição com escolha, esta variedade está entre as maiores médias em relação a outras variedades, tanto para atratividade, quanto para oviposição de *D. maidis*.

Lara (1991) afirma que é mais provável que nos testes sem chance de escolha, ocorra o contrário, ou seja, uma variedade pode demonstrar características de resistência em teste com chance de escolha, mas não manter essa característica quando cultivada isoladamente, na ausência de outras variedades. Porém, esse fato pode ser aplicado nas plantas de Al Bandeirante, para os testes com chance de escolha, não demonstrou tanta suscetibilidade, mas para os ensaios sem escolha, foi uma das variedades que apresentou maior suscetibilidade para oviposição.

Lima e Lara (2004) avaliaram a resistência de genótipos de soja à mosca branca *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) e verificaram que em um teste sem chance de escolha, o genótipo BR-8212547 foi menos preferido, apresentando resistência do tipo não-preferência para oviposição a *B. tabaci*.

Baldin et al. (2019) afirmam que a resistência por antixenose está relacionada à atributos da planta com a presença de estruturas vegetais que podem impedir ou afetar a ação do inseto no hospedeiro, de modo que não ocorre preferência do inseto-praga pela alimentação, oviposição ou reprodução.

## **6.2 DETERMINAÇÃO DA ANTIBIOSE**

Em relação aos parâmetros avaliados para verificar a resistência por antibiose, pode-se afirmar que houve diferenças estatísticas quanto ao período ninfal, período de desenvolvimento (Ovo-Adulto) e longevidade, porém os dados de mortalidade ninfal não apresentaram diferenças significativas.

### **6.2.1 Duração do Período ninfal**

As ninfas de *D. maidis* avaliadas nas 10 variedades, passaram pelos cinco instares, assim como em Zurita et al. (2000).

Para o tempo em dias do período ninfal (Tabela 3), as ninfas em plantas da variedade NS 90 PRO 2, apresentaram o maior período (20,29 dias), se comparadas às ninfas na variedade Branco Pedro 2 (17,7 dias), que apresentaram um período ninfal menor à uma temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ .

**Tabela 3-** Duração do período ninfal em dias de *D. maidis* em plantas de milho.

<b>VARIEDADES</b>	<b>MÉDIAS</b>
NS 90 PRO 2	20,29a*
PIPOCA ROXO KIKA	19,52ab
AMARELO ASTECÃO	19,46ab
VERMELHO PEDRO	19,24ab
AMARELO LALESKA	19,18ab
IAC AIRAN	19,04ab
AL BANDEIRANTE	18,38ab
PIPOCA PEDRO	18,13ab
BRANCO PEDRO 1	17,93ab
BRANCO PEDRO 2	17,17b

\*médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A duas médias foram menores do que os 24,8 dias apresentado por Zurita et al. (2000) à 26°C e próximo ao de Tsai (1988), de 20 dias à 26,7°C. No entanto, em temperaturas entre 23 e 27°C, o intervalo foi de cerca de 12 a 16 dias (Marín, 1987; Waquil et al., 1999).

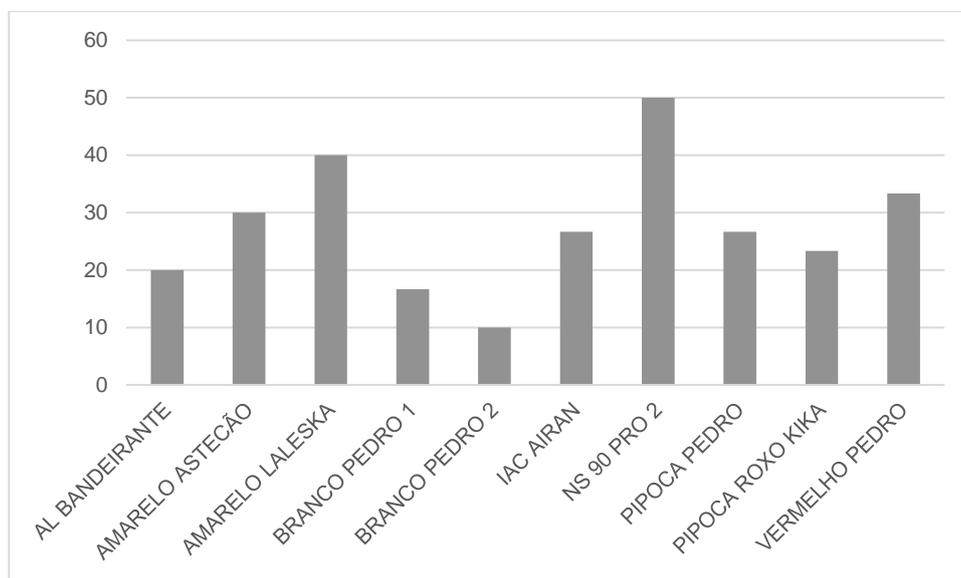
O tempo de duração do período ninfal em dias apresentado neste trabalho, pode estar relacionado às características de cada variedade avaliada, como por exemplo a predominância de características de resistência do tipo antibiose, presentes nas plantas de NS 90 PRO 2 e características de suscetibilidade em Branco Pedro 2, visto que todas as plantas estavam nas mesmas condições de temperatura (25°C), por isso esse fator não deve ter influenciado nos respectivos períodos ninfais.

De acordo com Smith (2005) e Baldin et al. (2019), o prolongamento das fases ninfais pode estar relacionado à presença de características da planta, como os compostos químicos que podem ocasionar efeitos deletérios na biologia do inseto, ou inibir sua alimentação, desse modo o inseto necessitará de mais tempo para conseguir energia necessária para mudar de instar.

### 6.2.2 Mortalidade Ninfal

Já em relação à mortalidade ninfal, apesar dos dados não apresentarem diferenças estatísticas significativas, tiveram uma variação de 10% a 50% (Gráfico 2). NS 90 PRO 2 obteve uma porcentagem de 50% das ninfas mortas, enquanto que das ninfas em plantas de Branco Pedro 2, apenas 10% do total morreram.

**Gráfico 2** – Valores médios de ninfas de *Dalbulus maidis* mortas em diferentes variedades de milho.



Faria et al. (2021), avaliaram genótipos de milho a *D. maidis* e verificaram que 60XB14, 90XB06, IAC 8046, XB8018 e IAC 8390, tiveram elevado índice de mortalidade ninfal com viabilidades entre 16,67 e 25,00 %, devido a isso, os autores confirmaram que houve a expressão de antibiose e/ou antixenose sobre *D. maidis*.

Assim como ocorreu com genótipos de soja em relação ao pulgão *Aphis glycines* (Hemiptera: Aphididae), avaliados por Baldin et al. (2016), foi verificado que altas taxas de mortalidade do pulgão nos genótipos de soja PI e UX2569-159 encontrados nos dias 5° e 7° após a introdução do inseto, estavam relacionados à ocorrência de antibiose nesses genótipos.

Já a variedade Branco Pedro 2, numericamente demonstrou ser mais favorável para o desenvolvimento das ninfas, pois teve período ninfal menor se comparado a NS 90 PRO 2, assim como menor mortalidade ninfal e maior emergência de adultos (90%), caracterizando possíveis suscetibilidade a *D. maidis*, no entanto devido à ausência de diferença estatística significativa, não se pode afirmar uma tendência à essa característica das plantas desta variedade.

Em uma pesquisa realizada por Lima e Lara (2004), onde foi avaliada a resistência de genótipos de soja à mosca branca *B. tabaci* Biótipo B, concluíram que o genótipo IAC 100, influenciou negativamente *B. tabaci* biótipo B, pois houve um prolongamento do período ninfal, reduzindo a emergência de adultos. Esse genótipo

(IAC 100) obteve o maior tempo de desenvolvimento ninfal (12,8 dias), a menor percentagem de emergência de adultos (80,0 %), e 20% da mortalidade de ninfas.

Lara (1991), considera que a resistência do tipo antibiose está relacionada ao fato do inseto se alimentar normalmente da planta e posteriormente, este apresentar efeitos adversos em sua biologia, como por exemplo, mortalidade durante a forma mais jovens do inseto.

### 6.2.3 Período de Desenvolvimento

Para o tempo de desenvolvimento de ovo a adulto em dias (Tabela 4), os insetos presentes na variedade Pipoca Roxo Kika apresentaram o maior período (31,92), se comparados aos insetos presentes na variedade Branco Pedro 2 (28,58), que apresentaram um tempo de desenvolvimento menor.

**Tabela 4-** Período de desenvolvimento de ovos a adultos de *Dalbulus maidis* em plantas de milho.

<b>VARIEDADES</b>	<b>MÉDIAS</b>
PIPOCA ROXO KIKA	31,92a*
NS 90 PRO 2	31,7ab
AMARELO LALESKA	30,84abc
AMARELO ASTECÃO	30,54abcd
VERMELHO PEDRO	29,91abcd
IAC AIRAN	29,82abcd
PIPOCA PEDRO	29,62bcd
BRANCO PEDRO 1	29,59bcd
AL BANDEIRANTE	29,42cd
BRANCO PEDRO 2	28,58d

\*médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

As duas médias foram maiores que a apresentada por Waquil et al. (1999), onde o ciclo de ovo a adulto foi 26,3 dias à 26,5°C.

Para Davis (1966), o tempo de desenvolvimento foi em média de 27 dias à 21,1°C, 22,5 dias à 23,8°C e 14 dias à 26,6°C e 32,2°C. As variedades de milho avaliadas nesta pesquisa, foram mantidas em condições ambientais semelhantes de temperatura (25,8°C), porém os insetos apresentaram tempo de desenvolvimento diferente.

Baldin et al. (2005) avaliaram os tipos de resistência existentes em genótipos de tomateiro em relação à *B. tabaci*. Os autores verificaram que as médias do período de desenvolvimento (ovo-adulto), dos genótipos PI-127826, PI-134418, PI134417 e LA-444-1 diferiram significativamente da média de PI-126931, prolongando o ciclo do inseto, por conta disso, indicando a ocorrência de não-preferência para alimentação e/ou antibiose.

Quando o inseto necessita de mais tempo para completar o seu estágio imaturo, por conta da nutrição inadequada no hospedeiro, deve-se à expressão de não preferência e/ou antibiose apresentado pela planta (Lara, 1991; Panda; Khush, 1995).

#### 6.2.4 Longevidade de adultos

Em relação à longevidade de adultos de *D. maidis* nas plantas de milho (Tabela 5), os insetos presentes em plantas de Al Bandeirante (31,94 dias), tiveram um destaque entre as maiores médias, se comparados aos presentes em Amarelo Laleska, Amarelo Astecão, NS 90 PRO 2, Pipoca Roxo Kika e Vermelho Pedro, esses períodos foram menores que os 51,4 dias relatado por Waquil et al. (1999).

**Tabela 5-** Longevidade média adultos de *Dalbulus maidis* em diferentes variedades de milho.

<b>VARIETADES</b>	<b>MÉDIAS</b>
AL BANDEIRANTE	31,94a*
PIPOCA PEDRO	17,95ab
IAC AIRAN	17,25ab
BRANCO PEDRO 1	17,21ab
BRANCO PEDRO 2	17,01ab
AMARELO LALESKA	14,14b
AMARELO ASTECÃO	13,56b
NS 90 PRO 2	12,82b
PIPOCA ROXO KIKA	10,86b
VERMELHO PEDRO	9,36b

\*médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

O fato de as médias estarem abaixo do que relatado por Waquil et al. (1999), pode ser devido à 61% dos adultos emergidos amostrados foram machos, que em média possuem longevidade mais curta que as fêmeas. A longevidade média para machos é de 16,3 dias e fêmeas de 42,1 dias (Oliveira, 1996).

Entre os insetos que tiveram menor longevidade, os presentes nas plantas da variedade Vermelho Pedro, tiveram uma longevidade de (9,36 dias). Essa média de longevidade é próxima aos (9,93 dias) relatada por Tsai (1988), à uma temperatura de 32,2°C, onde obteve as menores médias de sobrevivência dos adultos em uma temperatura mais elevada. Não foi o caso dessa pesquisa, onde todos os adultos foram mantidos em um ambiente de 25°C, demonstrando que outros fatores podem ter influenciado na longevidade, como por exemplo, possíveis características de resistência nas plantas de Vermelho Pedro, se comparado com as plantas de Al bandeirante.

Em uma pesquisa realizada por Oleszczuk et al. (2020), os autores constataram que o híbrido de milho DK72-10 apresentou fatores de resistência do tipo antibiose ao reduzir a sobrevivência de *D. maidis*, em relação a outros híbridos estudado em sua pesquisa, porém essa antibiose não foi suficiente para interferir na inoculação de *S. kunkelii*.

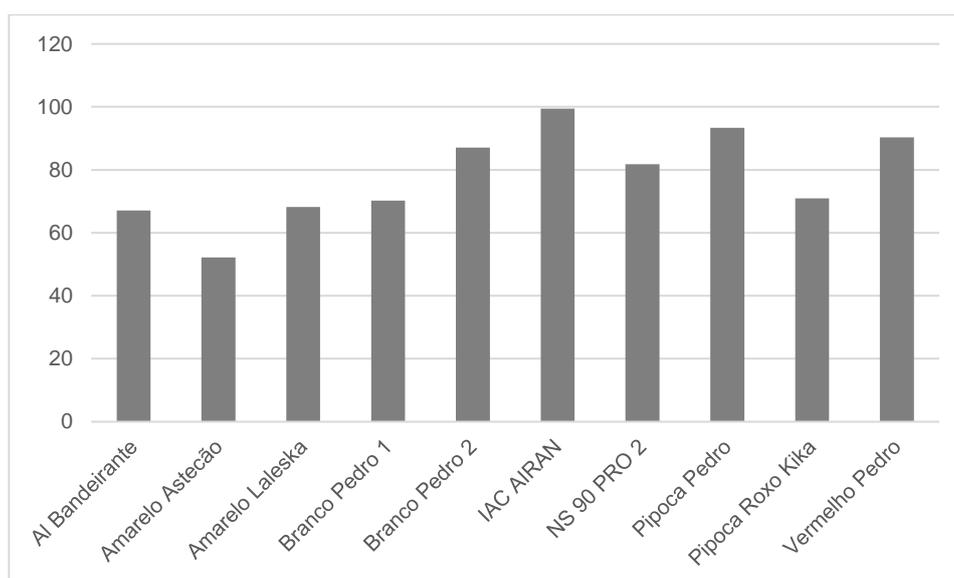
A resistência do tipo antibiose geralmente é caracterizada pelos efeitos deletérios que a planta causa na biologia de insetos que tentam consumi-la (Smith 2005). Como a redução na sobrevivência dos insetos, prolongamento do período de desenvolvimento, redução do peso, tamanho e fertilidade (Morais; Pinheiro, 2012).

### 6.3 DETERMINAÇÃO DA TOLERÂNCIA

Ao verificar os possíveis níveis de tolerância de plantas de milho a *D.maidis*, usando o crescimento percentual e escala visual de danos, de acordo com o teste de Kruskal-Wallis, os dados desses experimentos não apresentaram diferenças estatística significativas, pois o p-valor obtido (0,79 e 0,55) respectivamente para os dois parâmetros foram maiores que 5%.

Apesar das médias não apresentarem diferenças estatísticas significativas, as plantas de milhos exibiram um crescimento percentual (Gráfico 3) variando de 52,1% a 99,4% em relação às plantas testemunhas.

**Gráfico 3** – Valores médios de crescimento percentual de plantas de milho em relação as plantas testemunhas das diferentes variedades de milho testados.



Entre as 10 variedades avaliadas, as plantas de IAC AIRAN, demonstraram um crescimento (99,4%), quanto que as planta de Amarelo Astecão apresentaram um crescimento (52,1%) em relação as plantas testemunhas, após o contato com as cigarrinhas *D. maidis*, porém devido à ausência de diferença estatística significativa, não se pode afirmar se há uma tendência para IAC AIRAN em relação ao crescimento.

Em uma pesquisa realizada por Cruz e Vendramin (1998), com genótipos de sorgo em relação à tolerância dessas plantas ao Pulgão-Verde, *Schizaphis graminum* (Rond.) (Sternorrhyncha: Aphididae), constataram que as plantas infestadas GB 3, S 9750, GR, Tx 430 x GR, E Redlan A, Pioneer 8199 e Tx 2567 foram as que mais se aproximaram das testemunhas. Algumas apresentaram também características antixenóticas e/ou antibióticas, outras apenas tolerância como E Redlan A e Pionner 8199. Assim como deve ter ocorrido com IAC AIRAN desta pesquisa com *D. maidis*, visto que, esta variedade foi uma das mais preferida por adultos no ensaio de preferência para alimentação e/ou abrigo, porém neste ensaio de tolerância, apresentou maior crescimento percentual, ou seja, maior tolerância às injurias ocasionadas pelos insetos.

De acordo com Smith (2005), na tolerância, a planta não causa nenhuma alteração biológica ou comportamental ao inseto, porém a planta tem a capacidade de resistir ou se recuperar do ataque do inseto, mantendo sua capacidade produtiva. Ou seja, devido às suas características genéticas, ocorre dessa planta ser menos danificada que uma outra (Almeida et al., 2021).

Já em relação aos dados da escala visual de danos, as médias das notas também não apresentaram diferenças estáticas entre as variedades avaliadas. Em uma escala de 0 para plantas sem sintomas a 6 para plantas mortas, as médias variaram de 1,6 a 3,4. A variedade Amarelo Astecão obteve nota 3,4, quanto que as planta de NS 90 PRO2 e Pipoca Pedro apresentaram nota 1,6 para ambas.

Esses dados podem demonstram que plantas de Amarelo Astecão foram mais danificadas e as variedades NS 90 PRO 2 e Pipoca Pedro foram menos danificadas por *D. maidis* em relação aos demais, evidenciando que para esse parâmetro pode haver um pequeno grau de resistência em relação aos outros, porém não se pode afirmar uma tendência à esta característica, devido à ausência de diferença estatística significativa entre as variedades.

Lara (1991) afirma que apesar das áreas foliares danificadas não equivalerem proporcionalmente aos danos na produção, plantas nas mesmas condições e uma dessas apresentar área foliar pouco injuriada em relação às outras, pode significar que

esta apresente características de resistência ao inseto. Ou seja, a tolerância ocorre quando uma planta tem a capacidade de suportar o ataque de um inseto-praga, que seja pela reconstrução de tecidos destruídos, emissão de novos ramos e perfilhos ou qualquer outra forma no qual o ataque sofrido não interfira tanto na qualidade e produção, visto que esse tipo de resistência depende apenas da planta e não atua sobre o inseto.

As plantas de Amarelo Astecão além de apresentarem maior média na escala visual de danos, e o menor crescimento percentual após o contato com as cigarrinhas *D. maidis*, esses dados podem demonstrar que essa variedade apresente suscetibilidade à praga, pois verifica-se que tiveram seu crescimento comprometido, podendo interferir diretamente na produtividade de seus grãos.

Jindal et al. (2009) afirmaram que parâmetros como a altura da planta, número de nós e conteúdo de clorofila são parâmetros interessantes para estudar o mecanismo de tolerância.

#### 6.4 DETERMINAÇÃO DA RESPOSTA DE PLANTAS DE MILHO À INFECÇÃO POR FITOPLASMA

Em relação aos dados das avaliações das plantas 30 dias após o Período de Acesso a Inoculação (PAI), as plantas apresentaram poucos sintomas. Todas as plantas da variedade Pipoca Roxo Kika morreram (Tabela 6), quanto que 80% das plantas de Amarelo Astecão, IAC AIRAN e Pipoca Pedro, morreram e 20% apresentaram leves sintomas de amarelecimento e avermelhamento nas folhas.

**Tabela 6-** Respostas das plantas de milho à infecção por fitoplasma, após 30 dias do período de acesso à inoculação.

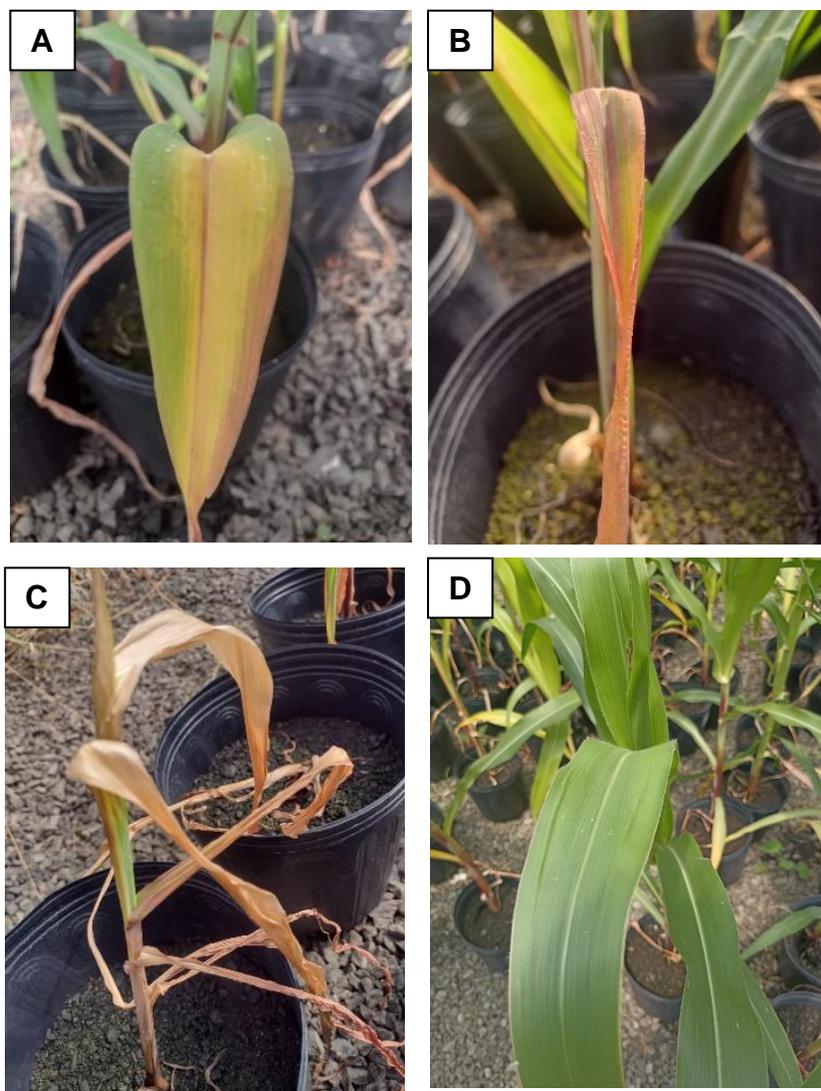
VARIETADES	SEM SINTOMAS (%)	SINTOMAS (%)	MORTAS (%)
AL BANDEIRANTE	60%	20%	20%
AMARELO ASTECÃO	20%	0%	80%
AMARELO LALESKA	60%	0%	40%
BRANCO PEDRO 1	40%	40%	20%
BRANCO PEDRO 2	60%	20%	20%
IAC AIRAN	20%	0%	80%
NS 90 PRO 2	60%	20%	20%
PIPOCA PEDRO	20%	0%	80%
PIPOCA ROXO KIKA	0%	0%	100%
VERMELHO PEDRO	40%	20%	40%

Já as plantas de Al bandeirante, Amarelo Laleska, Branco Pedro 2 e NS 90 PRO 2, 60% delas não apresentaram nenhum sintoma aparente, 20% apresentaram

sintomas leves de amarelecimento e/ou avermelhamento e perfilhamento e as outras 20% morreram.

Em relação aos sintomas de enfezamento vermelho, as plantas apresentaram clorose nas margens e ápices das folhas, amarelecimento (Figura 8A) e/ou avermelhamento (Figura 8B) assim como em Oliveira et al. (2002) e Silveira et al. (2008), outras apresentaram sintoma severo (Figura 8C), em relação às plantas do grupo de controle (Figura 8D).

**Figura 8** - Plantas de milho após 30 dias do período de inoculação com sintomas de fitoplasma. A) Planta com amarelecimento. B) Planta de milho com avermelhamento. C) Planta de milho com sintoma severo. D) Planta de milho do grupo testemunha.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Aos 30 dias após a inoculação, os sintomas foliares de fitoplasma tornaram-se aparentes apenas em 10% das plantas. Oliveira et al. (2002), constataram que as

avaliações de 30 e 60 dias após a inoculação demonstraram maior ocorrência de plantas com sintomas foliares da infecção por mollicutes.

Já relação às alturas das plantas, para verificar os efeitos dos patógenos no crescimento das plantas, de acordo o teste de Kruskal-Walis, as médias não possuem diferenças estatísticas significativas, pois o p-valor obtido (0,06) foi maior que 0,05.

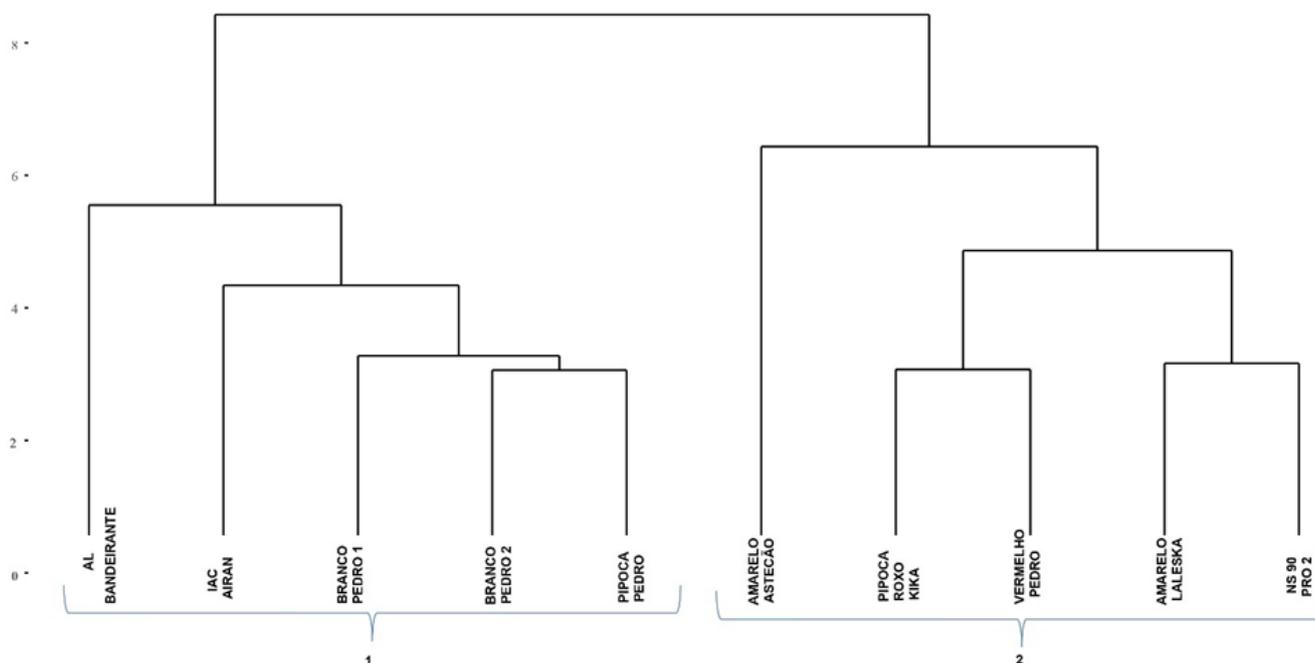
Apesar das plantas não apresentaram diferenças estatísticas significativas, as plantas de Branco Pedro 2 apresentaram um crescimento percentual de 82,19% em relação às testemunhas, quanto que Pipoca Pedro cresceram apenas 12,85%.

Sabato et al. (2020), afirmam que aos 40 dias, o fitoplasma reduziu a altura das plantas mais severamente do que a infecção por espiroplasma. Porém, nesta pesquisa, devido à falta de diferença estatística entre as médias, não se pode afirmar uma clara tendência de crescimento para nenhuma das variedades avaliadas.

## 6.5 AGRUPAMENTO DE VARIEDADES RESISTENTES E SUSCETÍVEIS

As análises representadas pelo dendrograma (Figura 9) indicaram que na maior distância euclidiana, foram formados dois grandes grupos distintos.

**Figura 9** - Dendrograma da análise de agrupamento das 10 variedades de milho testadas quanto à resistência a *Dalbulus maidis*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No primeiro grande grupo, as variedades que apresentaram similaridade foram: Al Bandeirante, IAC Airan, Branco Pedro 1, Branco Pedro 2 e Pipoca Pedro. Já em

relação ao segundo grande grupo, as variedades que apresentaram similaridade foram: Amarelo Astecão, Pipoca Roxo Kika, Vermelho Pedro, Amarelo Laleska e NS 90 PRO 2.

A análise de agrupamento, conseguiu representar as variedades que apresentaram características de suscetibilidade em um grupo e as variedades que apresentaram resistência em outro grupo, assim como as variedades intermediárias, que ficaram distribuídos em ambos os grupos.

No grupo das suscetíveis, Al bandeirante demonstrou uma maior distância entre os demais, provavelmente porque esta variedade deve ser a mais suscetível se comparado às outras variedades, visto que nos testes de preferência de oviposição sem escolha e também de longevidade de *D. maidis* essa variedade demonstrou certa suscetibilidade.

Ainda nesse grupo, em uma maior similaridade, estão Branco Pedro 2 e Pipoca Pedro. A variedade Branco Pedro 2, demonstrou suscetibilidade a *D. maidis*, por conta do rápido tempo de período ninfal e desenvolvimento de ovo a adulto que o inseto teve alimentando-se das plantas dessa variedade. A similaridade apontada, deve estar relacionada aos outros testes no qual Pipoca Pedro e Branco Pedro apresentaram médias semelhantes como na preferência de adultos e longevidade.

Já em relação ao segundo grupo formado, onde agruparam-se as variedades que apresentaram características de resistências, estão: Amarelo Astecão, Pipoca Roxo Kika, Vermelho Pedro, Amarelo Laleska e NS 90 PRO 2. Em uma distância de similaridade maior que as outras, está Amarelo Astecão, talvez devido esta variedade ser intermediária com tendência à suscetibilidade. Já em um mesmo clado estão Pipoca Roxo Kika e Vermelho Pedro, que estão no mesmo grupo e apresentaram a mesma distância de similaridade. Essa similaridade pode estar relacionada ao fato de terem apresentado médias semelhantes nos testes de oviposição sem escolha, período ninfal e longevidade. Em relação à longevidade e período ninfal, destacaram-se por demonstrarem ser resistente ao inseto, devido ao curto tempo de vida adulta que o inseto teve ao alimentar-se dessas plantas.

No mesmo grande grupo, tem-se as variedades Amarelo Laleska e NS 90 PRO 2, variedades que apresentaram médias semelhantes nos testes de oviposição sem escolha e também de longevidade, além disso, NS 90 PRO 2 destaca-se pelo elevado período ninfal de *D. maidis*, se comparado com as médias de outras variedades, caracterizando uma certa resistência a *D. maidis*.

De acordo com Metz (2006), em um clustering hierárquico, exemplos que pertence ao mesmo cluster, possuem elevada similaridade, quanto que os exemplos de cluster diferentes, apresentam baixa similaridade. Além disso, quanto maior a distância observada, menor a similaridade, e quanto a menor a distância, a similaridade entre os exemplos são maiores.

No presente trabalho os resultados obtidos indicam potenciais fontes de resistências em plantas de milho, que podem auxiliar no manejo de *D. maidis*, pois algumas variedades destacaram-se por apresentarem características que interferem diretamente na reprodução e desenvolvimento do inseto-praga. Dados esses que podem contribuir na melhor escolha de variedades a serem cultivadas no campo, além de agregar em programas de melhoramento genético de milho para a obtenção de plantas resistentes a insetos *D. maidis*, podendo ser componentes importantes de fonte de resistência para o desenvolvimento de novas cultivares direcionadas para produção de milho em áreas de alta infestação desta importante praga.

## 7. CONCLUSÕES

No teste de antixenose, a variedade Pipoca Roxo Kika foi menos preferida por alimentação e abrigo, em relação à IAC AIRAN e Amarelo Astecão, indicando resistência por antixenose.

Para oviposição sem escolha a variedade Amarelo Astecão apresentou menor média de ovos em relação à AI bandeirante, indicando característica de resistência por antixenose.

No teste de antibiose, os insetos na variedade NS 90 PRO 2, apresentaram o maior período ninfal e os insetos em Pipoca Roxo Kika, o maior período de desenvolvimento, se comparadas aos insetos em Branco Pedro 2, essas variedades apresentam características de resistência por antibiose a *D. maidis*.

Os insetos em Amarelo Laleska, Amarelo Astecão, NS 90 PRO 2, Pipoca Roxo Kika e Vermelho Pedro apresentaram as menores longevidades em relação aos insetos de AI Bandeirante, apresentando características de resistência.

As respostas de plantas à fitoplasma, demonstraram que algumas morreram, outras apresentaram sintomas leves de amarelecimento e/ou avermelhamento e perfilhamento.

## REFERÊNCIAS

- ALBARRACIN, E. L.; VIRLA, E. G.; ORDANO, M. Influence of the site of oviposition on the level of egg parasitism in the corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (Hemiptera: cicadellidae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 93, n. 1, p. 1-13, 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765202120190686>.
- ALMEIDA, A. C. S.; JESUS, F. G.; HENG-MOSS, T. M.; LANNAC, A. C.; BARRIGOSSIC, J. A.F. Evidence for rice tolerance to *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). **Pest Management Science** v. 77, n.9, p. 1-11, 2021. <https://doi.org/10.1002/ps.6455>.
- BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. Resistência de Genótipos de Tomateiro à Mosca-Branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 3, p. 435-441, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2005000300012>
- BALDIN, E. L. L.; MARCHI-WERLE, L.; PANNUTI, L. E. R.; LOURENÇÃO, A. L.; HENG-MOSS, T. M.; HUNT, T. E. Evaluating categories of resistance in soybean genotypes from the United States and Brazil to *Aphis glycines* (Hemiptera: Aphididae). **Florida Entomologist**, v.99, n.3. p. 487-495, 2016.
- BALDIN, E. L. L. et al. **Resistência de Plantas à Insetos: Fundamentos e Aplicações**. FEALQ. Piracicaba, 2019.
- BASTOS, C. S. et al. Resistência de plantas à insetos: contextualização e inserção no MIP. In: VISOTTO, et al. (org.). **Avanços Tecnológicos Aplicados à Pesquisa na Produção Vegetal**. Viçosa: UFV, 2015, p. 31-72.
- BECERRA-CHIRON, I. M.; MOYA-RAYGOZA, G. Egg Parasitoids of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: cicadellidae) within maize agroecosystems and in the edge zones of maize fields, and on maize varieties during the wet season in Mexico. **Journal of Insect Science**, v. 18, n. 6, p. 1-6, 2018. <http://dx.doi.org/10.1093/jisesa/iey116>.
- BECERRA-CHIRON, I. M.; MOYA-RAYGOZA, G.; MUÑOZ-URIAS, A. Effect of the Oviposition Period and Age of the Females of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: cicadellidae) in the emergence of egg parasitoids. **Florida Entomologist**, v. 103, n. 2, p. 210, 2020. <http://dx.doi.org/10.1653/024.103.0209>.
- BIANCHETTO, R.; FONTANIVE, D. E.; CEZIMBRA, J. C. G.; KRYNSKI, Â. M.; AMIRES, M. F.; ANTONIOLLI, Z. I.; SOUZA, E. L. Desempenho Agrônomico de Milho Crioulo em Diferentes Níveis de Adubação No Sul do Brasil. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**. v. 3, n. 3, p. 528-545, 2017. <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.33.528-545>
- BOIÇA JÚNIOR, A. L.; et al. Determinação dos tipos de resistência a *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 607-618, abr. 2015. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n2p60>.
- BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços – MDIC. (2023). **Exportação e importação municipais**. Acesso em 03 de março de 2023. <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/municipio/6778>.

CARPANE, P.; CATALANO, M. I. Probing behavior of the corn leafhopper *Dalbulus maidis* on susceptible and resistant maize hybrids. **Plos One**, v. 17, n. 5, p. 1-16, 2022. [10.1371/journal.pone.0259481](http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0259481)

COSTA, R. V. S. et al. Incidence of corn stunt disease in off-season corn hybrids in different sowing seasons. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, p. 1-9, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2019.v54.00872>.

COLL-ARÁOZ, M. V. et al. Modern maize hybrids have lost volatile bottom-up and top-down control of *Dalbulus maidis*, a Specialist Herbivore. **Journal of Chemical Ecology**, v. 46, n. 9, p. 906-915, 2020. <http://dx.doi.org/10.1007/s10886-020-01204-3>.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safras 2021/22 e 2022/23 – 5º levantamento**, Brasília. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 31 mar. 2023.

CRUZ, I.; VENDRAMIM, J. D. Tolerância como Mecanismo de Resistência de Sorgo ao Pulgão-Verde, *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 27, n. 1, p. 141-148, 1998.

DAVIS, R. Biology of the leafhopper *Dalbulus maidis* at selected temperatures. *Journal of Economic Entomology*, v. 59, n.3, p. 59-766, 1966. <https://doi.org/10.1093/jee/59.3.766>

DIAZ-MONTANO, J.; REESE, J. C.; SCHAPAUGH, W. T.; CAMPBELL, L. R. Characterization of Antibiosis and Antixenosis to the Soybean Aphid (Hemiptera: Aphididae) in Several Soybean Genotypes. **Journal Of Economic Entomology**. v.99, n.5, p.1884-1889, 2006. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-99.5.1884>

FARIA, R. D. **Resistência de genótipos de milho bt e não-bt a *Dalbulus maidis* (Hemiptera: cicadellidae) e mollicutes**. 2020. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), UNESP, Botucatu, 2020.

FARIA, R. D. et al. Variable levels of antibiosis and/or antixenosis of Bt and non-Bt maize genotypes on *Dalbulus maidis* (Hemiptera: cicadellidae). **Arthropod-Plant Interactions**, n. 15, p. 457-465, 2021. <http://dx.doi.org/10.1007/s11829-021-09832-6>.

FARIA, R. D.; FANELA, T. L.M; SARTORI, M. M. P.; LOPES, J. R. S.; LOURENÇÃO, A. L.; BALDIN, E. L. L. Evaluation of resistance of Bt and non-Bt maize genotypes to *Dalbulus maidis* (Hemiptera: cicadellidae) and associated mollicutes. **Phytoparasitica**, v. 50, n. 5, p. 997-1009, 2022. <http://dx.doi.org/10.1007/s12600-022-00999-z>.

FERNANDES, G. Conservación dinámica del maíz criollo por familias campesinas en Minas Gerais, Brasil. **Agrociencia Uruguay**, v. 26, n. 3, p. 1-12, 2022. <http://dx.doi.org/10.31285/agro.26.959>.

FLORÊNCIO, M. C. F. L.; MELO, A. S. Exportações de milho do Brasil: o papel da taxa de câmbio. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 15, n. 2, p. 1-17, 2022. <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2022v15n2e9402>.

FORESTI, J; PEREIRA, R. R; SANTANA JR, P. A.; NEVES, T. NC.; SILVA, P. R.; ROSSETO, J.; ISTCHUK, A. N.; ISHIZUKA, T. K.; HARTE, W.; SCHWERTNER, M. H.; PICANÇO, M. Spatial-temporal distribution of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae)

and factors affecting its abundance in Brazil corn. **Pest Management Science**, v. 78, n. 6, p. 2196-2203, 2022. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.6842>.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 1992, 273p.

GUIMARÃES, A. G. et al. Resistência varietal de morangueiro aos pulgões *Cerosipha forbesi* (Weed) e *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell) (Hemiptera: Aphididae). **Entomobrasilis**, v. 11, n. 3, p. 216-219, 2018. <http://dx.doi.org/10.12741/ebrasilis.v11i3.751>.

HAIDER, I.; SUFYAN, M.; AKHTAR, M.; JALAL, M.; SAHI, S. T.; AKHTER, N.; NOMAN, A.; QASIM, M. Assessment of antixenosis and antibiosis levels in rice genotypes against *Sogatella furcifera* (Hemiptera: delphacidae). **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v. 80, n. 2, p. 2-11, 2021. <http://dx.doi.org/10.25085/rsea.800202>.

HEADY, S. E.; NAULT, L. R. Leafhopper Egg Microfilaments (Homoptera: Cicadellidae). **Annals of the Entomological Society of America**. v. 77, p. 610 - 615, 1984.

HEADY, S. E. et al. Oviposition behavior of *Dalbulus* leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). **Annals of the Entomological Society of America**. v. 78, p. 723-727, 1985.

JINDAL, V.; DHALIWAL, G. S.; DHAWAN, A. K.; DILAWAR, V. K. Mechanisms of resistance in cotton to whitefly (*Bemisia tabaci*): Tolerance. **Phytoparasitica**, v. 37, n.3, p. 249–254, 2009. DOI 10.1007/s12600-009-0037-4.

JONES, T. K. L.; MEDINA, R. F.; BERNAL, J. S. Effects of Phloem-Feeding Pest, *Dalbulus maidis* on Morphological Expression of Drought-Tolerant Traits in Maize. **Stresses**, 2, 322–335, 2022. <https://doi.org/10.3390/stresses2030023>.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Ícone, 1991.

LIBERA, D. S. D.; CERESINI, P. C.; ANDRADE, J. A. C.; BARROS, F. A. D.; REZENDE, J. L. B. Controle biológico da cigarrinha (*Dalbulus maidis*) e da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) do milho com Beauveria SSP. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 5, p. 41727-41738, 2022. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv8n5-587>.

LIMA, A. C.S; LARA, F. M. Resistência de Genótipos de Soja à Mosca Branca *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 1, p.71-75, 2004.

LIMA, L. G.; SANTOS, F. No semiárido de Alagoas, a resistência germina na terra: a luta territorial em defesa das sementes crioulas. **Revista NERA**, v. 21, n. 41, p. 192-217, 2018.

LIMÃO, M. A. R.; LOPES, K. P.; VIEIRA, H.; LINS, M.V.; SANTOS, A. S. Importância da preservação das sementes crioulas de Milho (*Zea mays* L.) e a importância atrelada aos atributos de qualidade de sementes. **Meio Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 034-041, 2019.

LINS JUNIOR, J. C. Manejo Integrado de Pragas na Cultura do Tomate: uma Estratégia Para A Redução do Uso de Agrotóxicos. **Revista Extensão em Foco**, v. 7, n. 1, p. 6-22, 2019.

LOPES, J. R. S.; OLIVEIRA, C. M. Vetores de vírus e mollicutes em milho em milho. In: Oliveira, E.; Oliveira, C. M. Doenças em milho: mollicutes, vírus, vetores, mancha por *Phaeosphaeria*. **Embrapa Milho e Sorgo**, p. 35-60, 2004.

MAREGA, G. M.; MARQUES, M. A. Desempenho de cultivares de milho na infestação e danos de insetos pragas e nas características fitotécnicas da cultura / Performance of corn cultivars on the infestation and damage of pests insects and phytotechnical characteristics of the culture. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 2, p. 2736-2748, 2021. <http://dx.doi.org/10.34188/bjaerv4n2-095>.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. **Fisiologia da produção de milho. Embrapa Milho e Sorgo - Circular Técnica**, 76 (INFOTECA-E). 10p, (2006).

MARÍN, R. Biología y comportamiento de *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae). **Rev. Per. Entomol.** v. 30, p. 113-117. 1987.

METZ, J. **Interpretação de Clusters gerados por algoritmos de clustering hierárquico**. 2006. 152f. Dissertação (Mestrado) – Ciências de computação e matemática computacional, USP, São Carlos, 2006.

MIRANDA, G. V. et al. Resgate de variedades crioulas de milho na região de Viçosa-MG. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 1145 – 1148, 2007.

MORAIS, A. A.; PINHEIRO, J. B. **Melhoramento para resistência aos insetos-praga**. In: FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A., ed. Melhoramento de plantas para condições de estresse bióticos. Visconde do Rio Branco: Suprema, MG, 2012. p. 153-185.

NAULT, L. R. Maize bushy stunt and corn stunt: a comparison of disease symptoms, pathogen host ranges, and vectors. **Phytopathology**, v. 70, n. 7, p. 659-662, 1980. <http://dx.doi.org/10.1094/phyto-70-659>.

NAULT, L. R. *Dalbulus maidis* Identification, Biology, Ecology and Pest Status. In: C. CASELA, R. RENFRO and A. F. KRATTIGER (org.). **Diagnosing Maize Diseases in Latin America**. Ithaca, NY and EMBRAPA, Brasília: ISAAA Briefs, 1998, p. 18-21.

OLESZCZUK, J. D. et al. Characterization of components of resistance to Corn Stunt disease. **Plos One**, v. 15, n. 10, p. 1-17, 2020. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0234454>.

OLIVEIRA, C. M. **Variação Morfológica entre populações de *Dalbulus maidis* (De LONG & WOLCOLTT, 1923) (Hemiptera, Cicadellidae) de algumas localidades do Brasil**. 1996. 83f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências: Entomologia, Esalq - USP, Piracicaba, 1996.

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

OLIVEIRA, C. M.; LOPES, J. R.S.; QUERINO, R. B. Técnicas de criação da cigarrinha-do-milho para estudos de transmissão e de controle biológico. In: OLIVEIRA, C. M.; SABATO, E. O. (Ed.). **Doenças em milho: insetos-vetores, mollicutes e vírus**. Brasília: Embrapa, 2017. p.278-325.

OLIVEIRA, I. et al. Antixenosis of the Triozid, *Triozoida limbata* (Hemiptera: trioziidae) to some cultivars of psidium guajava (myrtaceae) in the field. **Florida Entomologist**, v. 102, n. 4, p. 695, 2019. <http://dx.doi.org/10.1653/024.102.0404>.

OLIVEIRA, C. M.; FRIZZAS, M. R.; OLIVEIRA, E. Overwintering plants for *Dalbulus maidis* (DeLong and Wolcott) (Hemiptera: cicadellidae) adults during the maize off-season in central brazil. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 40, n. 4, p. 1105-1111, 2020. <http://dx.doi.org/10.1007/s42690-020-00165-0>.

OLIVEIRA, C. M.; FRIZZAS, M. R. Eight Decades of *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera, Cicadellidae) in Brazil: what we know and what we need to know. **Neotropical Entomology**, v. 51, n. 1, p. 1-17, 2021. <http://dx.doi.org/10.1007/s13744-021-00932-9>.

ORLOVSKIS, Z.; CANALE, M. C.; HARYONO, M.; LOPES, J. R. S.; KUO, C. H.; HOGENHOUT, S. A. A few sequence polymorphisms among isolates of *maize bushy stunt phytoplasma* associate with organ proliferation symptoms of infected maize plants, **Annals of botany**. v. 119, 868-884, 2017.

PAINTER, R. H. **Insect resistance in crop plants**. New York: McMillan, 1951.

PANDA N.; KHUSH G.S. **Host plant resistance to insects**. CAB internacional, Wallingford. Oxon: CAB Internacional, 1995.

PATERNIANI, E.; NASS, L. L.; SANTOS, M. D. **O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma**. Brasília: Paralelo 15, 2000.

PEETERS, P. J. Correlations between leaf structural traits and the densities of herbivorous insect guilds. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 77, n. 1, p. 43–65, 2002. DOI: 10.1046/j.1095-8312.2002.00091.x

RAMOS, A. **Respostas comportamentais de cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), a plantas infectadas por fitoplasma do milho**. 2021. 74 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências: Entomologia, Esalq - USP, Piracicaba, 2021.

R CORE TEAM (2023). R: **A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.

SABATO, E. O.; LANDAU, E. C.; BARROS, B. A.; OLIVEIRA, C. M. Differential transmission of phytoplasma and spiroplasma to maize caused by variation in the environmental temperature in Brazil. **European Journal of Plant Pathology**, v. 157, n. 1, p. 163-171, 2020. <http://dx.doi.org/10.1007/s10658-020-01997-9>.

SÁNCHEZ-REINOSO, I. JARAMILLO-BARRIOS, C. I.; MONJE-ANDRADE, B.; RAMÍREZ-GODOY, A.; BERDUGO, A. M. V. Morphological variations and abundance of populations of the leafhopper *Dalbulus maidis* (DeLong) (Hemiptera: Cicadellidae) from the corn-producing region of Huila, Colombia. **Agronomía Colombiana**, v. 39, n. 3, p. 343-354, 2021. Doi: 10.15446/agron.colomb.v39n3.96432

SANTANA, P. A. et al. Assessing the impact of climate change on the worldwide distribution of *Dalbulus maidis* (DeLong) using MaxEnt. **Pest Management Science**, v. 75, n. 10, p. 2706-2715, 2019. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.5379>.

SCHUSTER, D. J.; STARKS, K. J. Greenbugs: Components of Host-Plant Resistance in Sorghum. **Journal Of Economic Entomology**, v. 66, n. 5, p. 1131-1134, 1973.

SILVEIRA, F. T. et al. Herança da resistência ao enfezamento em milho. **Pesq. agropec. Bras.** V. 43, n. 12, p. 1717-1723, 2008.

SILVEIRA, C. H. **Eficácia de inseticidas no controle de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) e da transmissão de espiroplasma do milho.** 2019. 77f. Dissertação (mestrado) – Curso de Ciências: Entomologia, ESALQ - USP, Piracicaba - SP, 2019.

SILVA, D. F.; GARCIA, P. H. M.; SANTOS, G. C. L.; FARIAS, I. M. S. C.; PÁDUA, G. V. G.; PEREIRA, P. H. B.; SILVA, F. E.; BATISTA, R. F.; GONZAGA NETO, S.; CABRAL, A. M. D. Características morfológicas, melhoramento genético e densidade de plantio das culturas do sorgo e do milho: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n.3, p.1-9, 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13172>.

SMITH, C. M. Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches. **Springer Science & Business Media**, Manhattan: Springer Dordrecht, 2005.

SOUZA, W. C. L.; SILVA, L. G.; SILVA, L. E. B.; SILVA, R. L. V.; LIMA, R. L. L. C.; BRITO, D. R. Aspectos comparativos entre milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench): diferenças e semelhanças. **Diversitas Journal**, v. 5, n. 4, p. 2337-2357, 2020. DOI: 10.17648/diversitas-journal-v5i4-891

SOUZA, D. A.; OLIVEIRA, C. M.; TAMAI, M. A.; FARIA, M.; LOPES, R. B. First report on the natural occurrence of entomopathogenic fungi in populations of the leafhopper *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae): Pathogen identifications and their incidence in maize crops. **Fungal Biology**. v. 125, n. 12, p. 980-988, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2021.08.004>

TREVISAN JUNIOR, R. A., GHELLER, J.A. Eficácia de inseticidas químicos e biológico no controle da cigarrinha do milho. **Cultivando o saber**. Edição especial, p. 31-43, 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, n. 3, p. 291-315, 1985.

TSAI, J. H. Bionomics of *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott), a vector of mollicutes and virus (Homoptera: Cicadellidae). p. 209-221. In: MARAMOROSCH, K. RAYCHAUDHURI, S.P. (org.). **Mycoplasma diseases of crops: Basic and applied aspects**. New York: SpringerVerlag, 1988.

VENDRAMIM, J. D.; NISHIKAWA, M. A. N. Melhoramento para resistência a insetos. In: NASS, L.L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I.S.; VALADARIS-INGLIS, M.C. **Recursos genéticos e melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT. C. 24, 2001, p.737-781.

VILANOVA, E. S. **Efeito do estágio de desenvolvimento da planta e densidade populacional do inseto vetor, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), sobre a transmissão e danos do fitoplasma do milho.** 2021. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Ciências, Esalq - Usp, Piracicaba, 2021.

WAQUIL, J. M. et al. Aspectos da Biologia da Cigarrinha-do-Milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae). **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 28, n. 3, p. 413-420, 1999.

WAR, A. R. et al. Mechanisms of plant defense against insect herbivores. **Plant Signal & Behav.**, v.7, n. 10, p.1306- 1320, 2012.

ZURITA V., Y. A. et al. Aspectos biológicos de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) em Híbridos de Milho (*Zea mays* L.). **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 29, n. 2, p. 347-353, 2000.