

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**RESISTÊNCIA CONSTITUTIVA E INDUZIDA EM
GENÓTIPOS DE MILHO A *Diceraeus melacanthus*
(DALLAS, 1851) (HEMIPTERA:PENTATOMIDAE)**

Thaise Mylena Pascutti Simão
Mestra em Ciências Agrárias

2023

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**RESISTÊNCIA CONSTITUTIVA E INDUZIDA EM
GENÓTIPOS DE MILHO A *Diceraeus melacanthus*
(DALLAS, 1851) (HEMIPTERA:PENTATOMIDAE)**

Discente: Thaise Mylena Pascutti Simão

Orientador: Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Junior

**Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias –Unesp, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das exigências para
a obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Entomologia Agrícola).**

2023

S588r Simão, Thaise Mylena Pascutti
Resistência constitutiva e induzida em genótipos de milho a
Diceraeus melacanthus (Dallas, 1851) (Hemiptera:
Pentatomidae) milho / Thaise Mylena Pascutti Simão. --
Jaboticabal, 2023
82 p. : il., tabs., fotos, 2 v.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Arlindo Leal Boiça Junior

1. *Diceraeus melacanthus*. 2. Percevejos. 3. *Zea mays* L.. 4.
Resistência constitutiva. 5. Resistência induzida. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo
autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

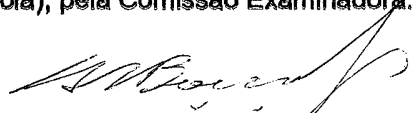
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: RESISTÊNCIA CONSTITUTIVA E INDUZIDA EM GENÓTIPOS DE MILHO A *Diceraeus melacanthus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

AUTORA: THAISE MYLENA PASCUTTI SIMÃO

ORIENTADOR: ARLINDO LEAL BOIÇA JUNIOR

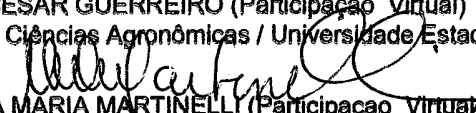
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Agronomia (Entomologia Agrícola), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ARLINDO LEAL BOIÇA JUNIOR (Participação Virtual)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola / FCAV UNESP Jaboticabal

Prof. Dr. JULIO CESAR GUERREIRO (Participação Virtual)
Departamento de Ciências Agrônômicas / Universidade Estadual de Maringá (UEM) 

Documento assinado digitalmente

JULIO CESAR GUERREIRO
Data: 18/08/2023 20:01:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Profa. Dra. NILZA MARIA MARTINELLI (Participação Virtual)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola / FCAV UNESP Jaboticabal

Pesquisador Dr. JOSÉ ROBERTO SCARPELLINI (Participação Virtual) 
Centro Avançado de Pesquisas de Cana (IAC) / Ribeirão Preto/SP

Documento assinado digitalmente

JOSE ROBERTO SCARPELLINI
Data: 20/08/2023 19:30:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. RICARDO ANTONIO POLANCZYK (Participação Virtual)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola / FCAV UNESP Jaboticabal



Documento assinado digitalmente

RICARDO ANTONIO POLANCZYK
Data: 20/08/2023 13:38:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Jaboticabal, 18 de agosto de 2023

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Thaise Mylena Pascutti Simão – Natural da cidade de Formosa do Oeste, Paraná, Brasil, nascida no dia 08 de dezembro de 1994. Iniciou graduação no ano de 2012, na Universidade Estadual de Maringá, Câmpus de Umuarama, PR, no curso de Agronomia. A partir do quinto semestre da graduação iniciou as pesquisas na área de Entomologia, trabalhando no laboratório de Entomologia Agrícola da Universidade sob orientação do Professor Dr. Julio César Guerreiro. Na graduação foi bolsista pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBIT/CNPq) durante dois anos, desenvolvendo pesquisas relacionadas ao manejo alternativo de pragas. Em 2016 recebeu o título de Engenheira Agrônoma e em seguida iniciou os estudos no curso de mestrado em Ciências Agrárias pela mesma Universidade e sob mesma orientação, sendo contemplada com bolsa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. A obtenção do título de mestre ocorreu no ano de 2019, e seus estudos foram focados na resposta bioquímica de plantas de milho após herbivoria do percevejo barriga-verde (*Diceraeus melacanthus*). Em março de 2019, iniciou os estudos no curso de doutorado no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) pela Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP/FCAV, Campus de Jaboticabal, SP. Seus estudos foram focados na área de resistência de genótipos de milho ao percevejo *D. melacanthus* sob orientação do Professor Dr. Arlindo Leal Boiça Junior, além de ter sido bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

E-mail:thaypascutti@hotmail.com

*“...Todas as coisas cooperam para o bem daqueles que amam a Deus e
seguem segundo seu propósito...”*

Rm 8, 28.

DEDICATÓRIA

Dedico

Aos meus pais Laercio Pascutti e Lourdes G. de Araújo Pascutti, pelo apoio em toda minha jornada acadêmica, pelo carinho e amor destinados a mim durante toda a vida.

Ao meu esposo Fernando Rocha, pela paciência, companheirismo e ajuda em todos os momentos que foram necessários.

Ao meu avô Elpídio Pascutti por ser tão doce e cuidadoso comigo, me incentivar e me ajudar sempre.

Ofereço

A minha filha Laura Pascutti Rocha Simão que fez parte dessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus pelo dom da vida. Por me guiar em todas as decisões, abrir as portas de cada oportunidade, pela força, fé e sabedoria durante a caminhada.

Ao meu orientador Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Junior pela oportunidade de aprender ao seu lado, pela amizade e companheirismo, e por todos os conhecimentos transmitidos.

As minhas queridas amigas Dra. Amanda Cristiane Queiroz Motta e Ma. Franciele Cristina da Silva por toda amizade desde o início do curso, pelo companheirismo durante as avaliações dos experimentos, pelas trocas de experiências, pelas conversas e por todo auxílio.

Aos meus companheiros no laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, Dr. Carlos Alessandro de Freitas, Me. Lucas Adjuto Ulhoa, Dr. Marcelo Mueller de Freitas e Ma. Franciele Cristina da Silva por todo conhecimento compartilhado. E aos demais colegas do programa pelas experiências vividas.

Ao meu fiel companheiro de jornada de avaliação de experimento, meu cachorro Marvin, que embora seja um ser irracional, fez total diferença na minha vida durante a pandemia COVID-19, os dias em sua companhia foram com certeza mais alegres.

Ao Dr. Zulene Antônio Ribeiro por ser prestativo, pela amizade e ajuda em todos os momentos.

Ao Dr. Flávio de Jesus, professor do Instituto Federal Goiâno, por toda ajuda na realização dos testes físicos desenvolvidos no trabalho.

Ao Instituto Agrônômico (IAC) por ceder algumas sementes utilizadas no trabalho.

A todos os professores do programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola pelos momentos e conhecimentos compartilhados durante esses anos.

À Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, e ao Departamento de Ciências da Produção Agrícola pela oportunidade de cursar a Pós-graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola).

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização desta pesquisa.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....	1
1. Introdução	1
2. Revisão de Literatura	4
2.1 Aspectos gerais da cultura do milho	4
2.2 <i>Diceraeus melacanthus</i>	6
2.3 Resistência de plantas a insetos e fatores que afetam sua expressão no milho	9
2.4 Resistencia Induzida	12
3. Referências	13
CAPÍTULO 2 - Antixenose na resistência constitutiva em genótipos de milho ao percevejo <i>Diceraeus melacanthus</i>	19
1. Introdução	21
2. Material e Métodos	22
2.1 Criação dos insetos.....	22
2.2 Condução das plantas	23
2.3 Bioensaio de antixenose	24
2.4 Teste de puncturas	25
2.5 Teste de dureza e colorimetria.....	26
2.6 Análise estatística	27
3. Resultados	27
4. Discussão.....	35
5. Conclusões.....	38
6. Referências	38
CAPÍTULO 3 – Seleção de genótipos de milho por resistência constitutiva na categoria por tolerância a <i>Diceraeus melacanthus</i>	41
1.Introdução	43
2. Material e Métodos	44
2.1 Criação dos insetos.....	44

2.2	Condução do bioensaio de tolerância	45
2.3	Análise Estatística.....	48
3.	Resultados	48
4.	Discussão.....	54
5.	Conclusões.....	57
6.	Referências	57
Capítulo 4 – Resistência pelas categorias de antixenose e tolerância em genótipos de milho induzidos pelo percevejo <i>Diceraeus melacanthus</i>		59
1.	Introdução	61
2.	Material e Métodos.....	62
2.1	Criação dos insetos.....	62
2.2	Bioensaio de antixenose em plantas induzidas.....	63
2.3	Bioensaio de tolerância após indução.....	65
2.4	Análise estatística	66
3.	Resultados	67
4.	Discussão.....	75
5.	Conclusões.....	78
6.	Referências	78
CAPÍTULO 5 – Considerações Finais		81

RESISTÊNCIA CONSTITUTIVA E INDUZIDA EM GENÓTIPOS DE MILHO A *Diceraeus melacanthus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA:PENTATOMIDAE)

RESUMO – O percevejo *Diceraeus melacanthus* está entre os principais insetos praga da cultura do milho, ocasionando índices elevados de danos principalmente em regiões com cultivo de milho em segunda safra e em áreas com plantio direto. Altas infestações na fase inicial do cultivo podem reduzir acentuadamente a produtividade da cultura. Os métodos de controle para *D. melacanthus* são tratamento de sementes e pulverizações em pós-emergência com inseticidas, no entanto, estas estratégias estão sendo ineficiente e as injúrias ocasionadas às plantas são inevitáveis, fazendo-se necessário a procura de outras formas de controle. A utilização de plantas resistentes pode ser uma alternativa viável a ser incrementada no manejo de *D. melacanthus*. Plantas resistentes apresentam como características, interferirem negativamente no desenvolvimento do inseto, serem menos preferidas para alimentação, oviposição e abrigo, não serem poluentes, não afetarem inimigos naturais e não interferirem no ecossistema. Mesmo sendo uma das principais plantas cultivados no Brasil, com diversos genótipos de milho e variadas tecnologias, existem poucos estudos quanto a resistência de genótipos ao percevejo *D. melacanthus*. O presente estudo teve como objetivo avaliar alguns genótipos comerciais de milho quanto a possíveis características de resistência constitutiva e induzida a *D. melacanthus*. Avaliou-se a expressão de resistência constitutiva na categoria de antixenose de 17 genótipos de milho por testes com e sem chance de escolha, além de avaliar a tolerância através de parâmetros de crescimento da planta como altura, diâmetro de colmo, comprimento radicular, massa seca de parte aérea e de raiz e nota de injúria. Também foi proposto investigar se a alimentação prévia do percevejo pudesse induzir efeitos de resistência aos genótipos de milho, ativando mecanismos de defesa para infestações subsequentes da praga. Tal resistência também foi avaliada por testes de antixenose com e sem chance de escolha e pela avaliação de parâmetros de crescimento da planta, na avaliação de tolerância. Identificou-se que os genótipos Defender, Supremo Tg, NS 77, 30A37 e IAC 8390 apresentaram resistência constitutiva por antixenose em teste com e sem chance de escolha. Para tolerância constitutiva foi observado que os genótipos Defender, AG 8700 e CD 3612, apresentaram menores reduções no desenvolvimento das plantas mesmo sob infestação do percevejo, caracterizando efeito tolerante destes genótipos. Para a indução, observou-se que a pré-infestação do percevejo propiciou ativação do sistema de defesa das plantas, além de ter aumentado o crescimento radicular e o diâmetro de colmo. Dentre todos os genótipos, o genótipo Defender se destacou com potencial de resistência ao percevejo *D. melacanthus*, apresentando como possíveis causas a dureza do tecido vegetal. Assim, faz-se necessário mais estudos para observar detalhadamente as causas de resistência e estudar seu potencial como genótipos a serem usados em programas de melhoramento genético.

Palavras-chave: Antixenose, Insetos, Percevejo Barriga-verde, Tolerância.

**CONSTITUTIVE AND INDUCED RESISTANCE IN MAIZE
GENOTYPES TO *Diceraeus melacanthus* (DALLAS, 1851)
(HEMIPTERA:PENTATOMIDAE)**

ABSTRACT – The stink bug *Diceraeus melacanthus* is among the main insect pests of corn, causing high rates of damage mainly in regions where corn is grown in the second crop and in areas with no-tillage. High infestations in the initial phase of cultivation can significantly reduce crop productivity. The control methods for *D. melacanthus* are seed treatment and post-emergence spraying with insecticides, however, these strategies are being inefficient and the injuries caused to the plants are inevitable, making it necessary to look for other forms of control. The use of resistant plants can be a viable alternative to be increased in the management of *D. melacanthus*. Resistant plants have the following characteristics: they interfere with insect development, are less preferred for food, oviposition and shelter, are non-polluting, do not affect natural enemies and do not interfere with the ecosystem. Even though it is one of the main plants cultivated in Brazil, with different maize genotypes and different technologies, there are few studies about the resistance of genotypes to the stink bug *D. melacanthus*. The present study aimed to evaluate some commercial maize genotypes regarding possible characteristics of constitutive and induced resistance to *D. melacanthus*. the expression of constitutive resistance in the antixenosis category of 17 maize genotypes by free-choice and non-choice testicles, in addition to evaluating tolerance through plant growth parameters such as height, stem diameter, root length, shoot dry mass and root and note of injury. It was also proposed to investigate whether a previous bug feeding could induce resistance effects to maize genotypes, activating the defense switch for subsequent pest infestations. Such resistance was also evaluated by antixenosis tests with and without choice and by the evaluation of plant growth parameters, in the tolerance evaluation. It was identified that the Defender, Supremo Tg, NS 77, 30A37 and IAC 8390 genotypes showed constitutive resistance by antixenosis in free-choice and free-choice tests. For constitutive tolerance, it was observed that the Defender, AG 8700 and CD 3612 genotypes showed smaller reductions in plant development even under stink bug infestation, characterizing the tolerant effect of these genotypes. For the induction, it was observed that the pre-infestation of the stink bug led to the activation of the defense system of the plants, in addition to increasing root growth and stem diameter. Among all the genotypes, the Defender genotype stood out with potential resistance to the bug *D. melacanthus*, presenting as possible causes the hardness of the plant tissue. Thus, further studies are needed to observe in detail the causes of resistance and study their potential as genotypes to be used in genetic improvement programs.

Keywords: Antixenosis, Green-belly stink bug, Plant resistance to insects, Tolerance.

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1. Introdução

As injúrias ocasionadas por *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) em plantas de milho tornou esse percevejo uma das principais pragas da cultura. Relatos deste inseto ocasionando danos em milho são conhecidos desde a década de 90 (Ávila e Panizzi, 1995; Fernandes et al. 2020), no entanto, nos últimos anos os danos vêm ocorrendo com maior intensidade e os prejuízos são mais evidentes (Rodrigues, 2011; Crosariol Netto et al., 2015).

A mudança de *status* deste percevejo de praga secundária para primária ocorreu, provavelmente, pela mudança na dinâmica de manejo das culturas. Os resíduos de palha depositados no solo oriundos do sistema de plantio direto, proporcionaram abrigo e favoreceram o ciclo de *D. melacanthus* (Chocorosqui e Panizzi, 2004). Conjuntamente, a sucessão soja-milho também favoreceu esta mudança, pois neste manejo ao final da colheita da soja já é semeado o milho de segunda safra, época em que ocorre o pico populacional da praga (Carvalho, 2007; Chiesa et al., 2016).

O percevejo *D. melacanthus* é uma espécie polífaga, tendo diversas plantas como hospedeiras alternativas, tais como *Zea mays* L., *Glycine max* (L.) Merrill, *Commelina benghalensis* L., *Digitaria insularis* (L.) Fedde, *Crotalaria pallida* L. entre outras (Silva et al., 2013). Dessa forma, este inseto se mantém no campo durante todo o ano, entretanto, épocas como no inverno e na entre safra a população é reduzida e os insetos permanecem escondidos sob a palha, em matas e em plantas hospedeiras adjacentes a lavoura. Ao final do ciclo da soja os índices populacionais se elevam, o que culmina com uma população considerável de indivíduos na semeadura do milho safrinha (Silva et al., 2013; Smaniotto e Panizzi, 2015).

A época mais vulnerável do milho ao ataque de *D. melacanthus* é logo após a emergência das plantas, nos estádios V1 a V3, e plantas que apresentem diâmetro de colmo inferior a 0,8 cm, as injúrias nesta fase são fortemente

refletidas na produtividade (Chiaradia, 2012; Duarte et al., 2015). Este percevejo tem por característica se posicionar na base do colmo das plantas de milho, em geral, durante a alimentação tendem a ficar com a cabeça voltada para baixo, se alimentando tanto dos vasos do xilema quanto do tecido parenquimatoso, com diferentes estratégias para romper as células e se alimentar do conteúdo celular (Panizzi e Lucini, 2019). Os danos ocasionados pela inserção do aparelho bucal no colmo variam de leves, como perfurações transversais nas folhas e redução da altura da planta, até severos, quando atinge o meristema apical, ponto de crescimento do milho, ocasionando o encharutamento, perfilhamento ou a morte da planta (Roza-Gomes et al, 2011; Crosariol Netto et al., 2015).

As estratégias utilizadas para controle de *D. melacanthus* na cultura do milho são basicamente o uso de tratamento de sementes com inseticidas neonicotinoides e pulverizações em pós-emergência com neonicotinoides, piretróides e organofosforados isolados ou em mistura (Brustolin et al., 2011; Chiesa et al., 2016). No entanto, o fato deste inseto ter hábito de permanecer escondido sob a palha, e entre torrões de terra no solo, dificulta a ação do inseticida. Embora o uso do controle químico seja de certa forma eficiente, o amplo espectro de ação dos produtos e aplicações sucessivas sem rotação de princípios ativos trazem por consequência eliminação de insetos benéficos e intensa pressão de seleção, favorecendo a quebra de resistência dos inseticidas (Sosa-Gómez e Silva, 2010). Desta forma, outras táticas para manejar *D. melacanthus* devem ser pesquisadas.

A resistência de plantas a insetos é uma importante estratégia a ser considerada no controle de pragas, sendo um dos importantes pilares do MIP (Lara, 1991). De acordo com Smith e Clement (2012) plantas resistentes são aquelas que herdaram qualidades genéticas, que as tornam menos danificadas por alguma praga do que a planta que não apresenta essas qualidades (suscetível). Tratando-se de um caráter genético, a resistência de plantas pode ser classificada em constitutiva, sendo intrínseca da planta e/ou induzida expressa a partir de algum dano sofrido ou sinalização de estresse. Pode ser ainda dividida em três categorias: não preferência (antixenose), antibiose e tolerância (Painter, 1958; Stout, 2013; Boiça Junior et al., 2018).

A categoria de resistência por não preferência, como referenciada pelo nome, é quando o inseto não tem preferência a uma planta devido a fatores

morfológicos ou químicos que a mesma expressa, dificultando a aceitação do inseto (Smith e Clement, 2012). Já ao se tratar de antibiose, refere-se a plantas resistentes que afetam negativamente a biologia da praga, tanto sobrevivência, desenvolvimento, quanto fecundidade entre outras características, inviabilizando o uso da planta como hospedeiro da praga (Smith, 2005). No caso da tolerância, as plantas têm capacidade de suportar ou recuperar de um dano ocasionado pelo ataque da praga, sem afetar o comportamento dos insetos (Smith, 2005; Smith e Clement, 2012; Boiça Junior et al., 2018).

As plantas também apresentam a característica de acionar mecanismos de defesa após ação de estresse bióticos ou abióticos, como ataque de pragas e patógenos, estresse hídrico, salinidade, etc. Este mecanismo é chamado de resistência induzida, na qual, após sofrer estresse a planta desencadeia o sistema de defesa que age para tentar combater os agentes estressores. Tanto o ataque de pragas e patógenos como aplicações exógenas de indutores podem contribuir com o desencadeamento da indução e consequentemente redução do ataque de insetos (Mahmoud, 2013; Boiça Junior et al., 2019).

Genótipos de plantas resistentes são vantajosos no controle de pragas, pois reduzem a população dos insetos abaixo do nível de dano econômico, apresentam efeito persistente, não são poluentes, não interferem no ecossistema, além de serem compatível com outros métodos de controle (Painter, 1951).

Diversos trabalhos relatam a resistência de plantas a insetos sugadores como percevejos, inclusive para *D. melacanthus* (Kaloshian e Walling, 2005; Silva et al., 2014; Canassa et al., 2017). Considerando os intensos prejuízos e perdas econômicas ocasionados por *D. melacanthus* nos últimos anos ao milho de segunda safra, a dificuldade de controle e o escasso conhecimento a respeito de genótipos de milho resistentes a este percevejo, é de grande interesse que se faça estudos para ir a busca de genótipos que possam expressar algum fator de resistência a *D. melacanthus*.

O objetivo deste trabalho foi determinar a resistência constitutiva e induzida na categoria de não preferência para alimentação e tolerância, de genótipos comerciais de milho ao percevejo *D. melacanthus*.

2. Revisão de Literatura

2.1 Aspectos gerais da cultura do milho

O milho é uma planta monocotiledônea pertencente à família Poaceae, subfamília Panicoideae, gênero *Zea* e é descrita como espécie *Zea mays* L. Apresentam como características botânicas a raiz do tipo fasciculada, caule em forma de colmo ereto com presença de nós e entrenós. As folhas são dispostas alternadamente e estão inseridas nos nós, o limbo foliar é lanceolado e estreito e uma bainha invaginante o liga ao colmo. O milho possui os órgãos masculinos (pendão) e femininos (espiga) na mesma planta, no entanto, em locais diferentes, portanto é considerada uma planta monoica (Von Pinho et al., 2015).

A grande maioria dos estudos demonstram que o milho tem como centro de origem o México, mais especificamente o vale do rio Balsas, região onde o Teosinto (*Zea mays* subespécie *parviglumis*) está distribuído, considerado este o provável ancestral do milho que conhecemos hoje (Heerwaarden et al., 2011).

Desde o início de seu processo de evolução, a cerca de 9.000 anos atrás, o milho passou por um longo processo de domesticação (Pérez et al., 2011), através de seleções feitas pelo homem em busca de maior produção de alimentos e facilidades na colheita. No entanto, a domesticação do milho não ocorreu apenas no seu centro de origem, Kistler et al. (2018) sugerem que linhagens foram levadas para fora do centro de domesticação no México antes que todas as características do milho selvagem fossem alteradas. Apresentando assim, outras regiões da América do Sul como o sudoeste da Amazônia, centros secundários de melhoramento.

Durante todo ciclo, o milho passa por cinco principais etapas de desenvolvimento: germinação e emergência, crescimento vegetativo, florescimento, frutificação e maturidade. Os estádios classificados entre VE (emergência) até VT (pendoamento) enquadram se na fase de desenvolvimento vegetativo da planta, nessa fase a planta é classificada de acordo com o número de folhas totalmente desenvolvidas. Quando entra na fase reprodutiva, ou seja, o desenvolvimento da espiga, os estádios são divididos de R1 (embonecamento) até R6 (maturidade) (Fancelli, 2015).

O milho está amplamente distribuído por todo o mundo, sendo esta uma das culturas mais plantada no globo. De acordo com o décimo levantamento da safra mundial de milho realizado pelo departamento de agricultura dos Estados Unidos, para a safra 2022/23 a produção mundial desse cereal prevista é de 1.151,4 milhões de toneladas, sendo o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho. (FIESP, 2023). Para a safra 2021/22 a produção foi de 113 milhões de toneladas, e a produtividade média da cultura variou em torno de 5.242 Kg/ha (CONAB, 2023).

No Brasil o cultivo de milho é dividido em duas safras principais, a safra de verão e a safra de inverno, de acordo com a época do ano na qual é cultivada. Em geral, a safra de milho verão é a tradicional, cultivada entre os meses de setembro a fevereiro, este período favorece o desenvolvimento da cultura e promove maiores produtividades. Já a safra de inverno, popularmente conhecida como segunda safra ou safrinha, vem sendo incorporada ao manejo da produção de milho e ganhou espaço nos últimos anos. Neste cultivo, o milho é semeado após a colheita da soja, entre os meses de janeiro e fevereiro e a colheita é feita até o mês de julho. A safrinha, era assim chamada pois as produções não eram elevadas, no entanto, nos últimos anos foram lançados híbridos mas adaptados a essa época de cultivo, e as produções aumentaram, na atualidade a segunda safra se tornou responsável pela maior produção de milho no Brasil (CONAB, 2021).

Dentre os fatores limitantes na produtividade da cultura do milho, destaca-se o ataque de pragas. Insetos fitófagos podem ocasionar perdas desde a germinação até a senescência da planta, influenciando negativamente no desenvolvimento e na produtividade da cultura.

O milho possui uma gama de insetos que podem reduzir a produção, com destaque para lagartas desfoliadoras, principalmente *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Baloch et al., 2020). No entanto, danos acometidos por essa lagarta foram reduzidos após o advento do milho Bt. Em especial para o cultivo de segunda safra, prejuízos vem sendo ocasionados por insetos sugadores tais como a cigarrinha do milho *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) e percevejos do gênero *Diceraeus*.

2.2 *Diceraeus melacanthus*

Dentre as pragas que ocorrem na cultura do milho o percevejo barriga verde *D. melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) tem recebido grande destaque. A família Pentatomidae, a qual é pertencente, é a quarta família mais numerosa entre os heterópteros e inclui em sua maioria percevejos fitófagos (Grazia e Schwertner, 2011).

Diceraeus melacanthus teve seu gênero revisado por Barão et al. (2020), que propuseram a mudança do subgênero *Diceraeus* para o status de gênero.

Anteriormente *D. melacanthus* era pertencente ao gênero *Dichelops*, este foi inicialmente proposto por Spinola em 1837, baseando-se em um exemplar oriundo do Brasil, mais especificamente do estado do Rio Grande do Sul enviado por M. Dupont de São Leopoldo, e a descrição da espécie *D. punctatus* foi proposta (Grazia, 1978). O gênero apresentava-se subdividido em três subgêneros sendo eles: *Dichelops* Spinola, 1837, *Diceraeus* Dallas, 1851 (denominado anteriormente como *Neodichelops*) e *Prodichelops* Grazia, 1978 (Grazia, 1978; Poock-da-Silva et al., 2013).

Após novos estudos, o novo gênero *Diceraeus* Dallas, 1851 continuou incluindo as espécies *D. melacanthus* Dallas, 1851, *Diceraeus furcatus* (Fabricius, 1775), *Diceraeus lobatus* (Grazia, 1978), *Diceraeus phoenix* (Grazia, 1978) e *Diceraeus catatinguensis* (Grazia e Poock-da-Silva, 2013) (Poock-da-Silva et al., 2013; Barão et al., 2020). O gênero *Dichelops* Spinola, 1837 manteve os outros dois subgêneros, o nominal e *Prodichelops* Grazia, 1978.

O gênero *Diceraeus* é exclusivamente neotropical, está distribuído por alguns países da América do Sul como Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai, Uruguai e Venezuela (Barão et al., 2020). Portanto, *D. melacanthus* pode ser considerado espécie nativa e com centro de origem na América do Sul.

De acordo com estudos realizados por Chocorosqui (2001) as espécies encontradas no Brasil são pertencentes ao gênero *Diceraeus* sendo elas *D. melacanthus*, *D. furcatus* e *D. phoenix*. A espécie encontrada em maior quantidade no país é *D. melacanthus*, e está distribuída pela maioria das áreas agrícolas da região subtropical e tropical. Já *D. furcatus* é mais restrito aos estados da região sul e São Paulo (Figura 1). As populações destas duas

espécies citadas são encontradas em quantidades superiores à de *D. phoenix* que é restrito a poucos exemplares distribuídos pelo país.

A coloração e a morfologia geral de *D. melacanthus* e *D. furcatus* são muito semelhantes, distinguindo-se que *D. melacanthus* tem tamanho um pouco menor. Devido a semelhança na coloração entre *D. melacanthus*, *D. furcatus* e *D. phoenix*, são preferencialmente distinguidos pela morfologia da genitália. Nos machos principalmente pelo processo do diafragma e nas fêmeas pela forma do gonocoxitos 8 (Chocorosqui, 2001; Poock-da-silva et al., 2013).

Os percevejos quando adultos medem em torno de 9 a 12 mm de comprimento, sua coloração varia de marrom a cinza quando visto dorsalmente, e esverdeada na face ventral dando origem a seu nome popular, barriga-verde. No entanto, a coloração abdominal pode sofrer mudança por influência do fotoperíodo, se tornando acinzentada com fotoperíodos inferiores a 10 horas de luz (Chocorosqui, 2001).

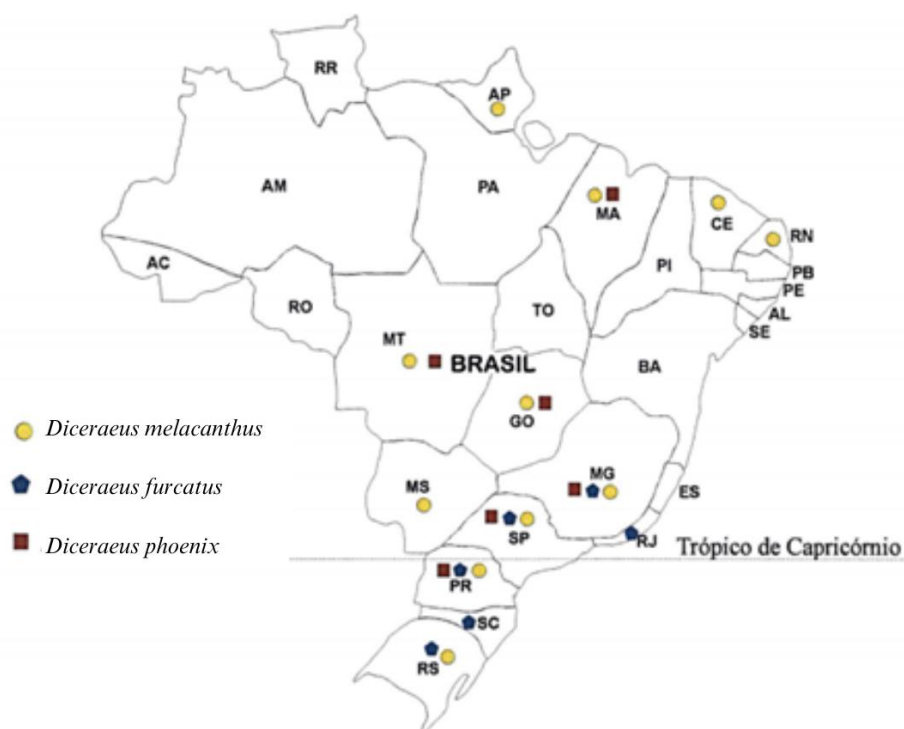


Figura 1- Distribuição geográfica das espécies de percevejo *Dichelops* (*Diceraeus*) no Brasil. Adaptado de Chocorosqui (2001).

Se tratando de um hemíptero, *D. melacanthus* apresenta desenvolvimento hemimetábolo dividido nas fases de ovo, ninfa e adulto. A postura é realizada em massa com média de 14 ovos, a coloração é verde clara logo após a oviposição e escurece ao longo da maturação dos ovos. Próximo da eclosão pode ser observados dois pontos vermelhos na parte superior do ovo, correspondendo aos olhos compostos do inseto. E em geral 4 a 5 dias após a postura ocorre a eclosão dos ovos (Chocorosqui, 2001).

A fase ninfal compreende cinco ínstaes que variam em termos de duração, dependendo principalmente da alimentação e temperatura a qual os insetos se desenvolvem, tendo em vista que temperaturas elevadas propiciam melhor desenvolvimento (Chocorosqui e Panizzi, 2002; Bortolotto et al., 2016).

O primeiro ínstar é o mais curto com duração em média de 3,2 dias, seguido de 4,09 dias para o segundo, 3,62 dias no terceiro, 4,09 dias para o quarto e 6,03 dias de duração do quinto ínstar, em temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas (Pereira et al. 2007). A duração média do período ninfal varia em torno de 20 a 30 dias, dependendo das condições alimentares e ambientais (Panizzi et al., 2007), da mesma forma essas condições podem interferir na longevidade de adultos que variam de 5 a 60 dias (Tomazini, 2019).

Diceraeus melacanthus é uma praga polífaga que está associada a diversas espécies de plantas, tanto cultivadas como plantas daninhas. Tem preferência por alimentar-se de plantas da família Poaceae, no entanto, é encontrado em uma gama de hospedeiros como trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.), capim amargoso (*Digitaria insularis* L.) e crotalária (*Crotalaria pallida* L.) entre outras (Silva et al., 2013). Entre as cultivadas, o milho e o trigo são as principais espécies com potencial perdas em decorrência do ataque deste percevejo, além da soja que durante estágio reprodutivo pode ser base alimentícia a este inseto (Chocorosqui e Panizzi, 2004; Cruz et al., 2016; Canassa et al., 2017).

Por apresentar a característica de permanecer sob a palha das culturas depositada no solo, se abriga também a estas plantas daninhas rasteiras tendo ótimas condições de desenvolvimento, como alimento e proteção. Geralmente, no inverno o metabolismo de *D. melacanthus* é reduzido, devido a temperaturas amenas e o fotoperíodo menor que 12 horas de luz induz oligopausa (Chocorosqui e Panizzi, 2003).

As injúrias ocasionadas por *D. melacanthus* no milho podem variar, e são em geral mais danosas quando este ataca a planta logo após a emergência, entre os estádios V1 a V3 (Duarte et al., 2015). Observa-se lesões circulares nas folhas devido ao ponto de punctura para alimentação. Dependendo do local de alimentação, podendo atingir o meristema de crescimento o dano pode ser severo, causando perfilhamento da planta, encharutamento ou morte do meristema (Fernandes et al., 2020). As injúrias podem acarretar perdas na produção em torno de 20% (Cruz et al., 2016).

As principais estratégias de controle utilizadas hoje para o manejo de *D. melacanthus* no milho são a utilização de tratamento de sementes e pulverizações em pós emergência com a mistura de inseticidas neonicotinóides e piretróides (Ávila e Duarte, 2012; Chiesa et al., 2016; Brustolin et al., 2017). Sendo assim, são poucas as estratégias de controle para este inseto, havendo a necessidade de estudos que possam contribuir para o manejo correto desta praga.

2.3 Resistência de plantas a insetos e fatores que afetam sua expressão no milho

A resistência de plantas a insetos é uma condição de carácter genético e uma qualidade hereditária, que são passadas às plantas descendentes ao longo das gerações (Lara, 1991). Por definição, considera-se que sejam plantas que possuam capacidade de influenciar o grau de dano causado por insetos, podendo atingir maiores produções e de melhor qualidade do que outras variedades, em igualdade de condições (Painter, 1951).

Sendo assim, a resistência é relativa e dependente de comparação, ou seja, uma planta só pode ser considerada resistente quando comparada a outra nas mesmas condições (Lara, 1991; Boiça Junior et al., 2018). As plantas que apresentam resistência a insetos podem ser classificadas em três categorias, não preferência ou antixenose, antibiose e tolerância, das quais diferentes fatores físicos e químicos podem estar envolvidos e serem os responsáveis pela expressão da resistência (Smith e Clement, 2012).

O termo antixenose é sinônimo de não preferência, e foi proposto por Kogan e Ortman (1978). Quando refere-se a plantas com este tipo de resistência,

nota-se que as mesmas apresentam características que fazem com que insetos fitófagos rejeite-a ou sejam menos atrativas como hospedeira para alimentação, oviposição ou abrigo (Smith e Clement, 2012; Franeta et al., 2018). Tanto fatores físicos como presença de tricomas, dureza do colmo, serosidade da folha, quanto fatores químicos tal qual, produção de compostos voláteis e substâncias repelentes, podem estar envolvidos neste processo de resistência (Smith, 1999; Boiça Junior et al., 2018).

Ao ser verificada a resistência do tipo antibiose, observa-se que dada planta apresenta efeitos adversos que interferem no desenvolvimento, fecundidade e sobrevivência do inseto (Smith e Clement, 2012; Boiça Junior et al., 2018). Esses fatores podem ser responsáveis por afetar a fecundidade, reduzir oviposição, e demais influências que impeçam que o ciclo de vida do inseto se complete normalmente.

Já ao ser notada a resistência por tolerância, a planta não tem influência nenhuma sobre o inseto. Quando atacada pela praga, as plantas são capazes de tolerar ou se recuperar da injúria causada pelo inseto, acarretando menores perdas de produtividade e sem afetar o desenvolvimento do inseto (Meihls et al., 2012; Smith e Clement, 2012). Todavia, enfatiza-se que todas as categorias são alcançadas por meio da comparação entre plantas, não sendo permitido que determinado genótipo seja classificado dentro de alguns desses parâmetros sem comparação com outros.

De modo prático, a relação entre pragas e plantas hospedeiras pode ser alterada se esta planta apresentar algum dos tipos de resistência citados acima (Moawad, 2014). Alguns fatores estão diretamente relacionados com a capacidade da planta em expressar resistência, tais como características morfológicas, físicas e químicas (Lara, 1991; Boiça Junior et al., 2018).

Diversos estudos foram e vem sendo desenvolvidos no Brasil e no mundo buscando características de plantas de milho que apresentem algum tipo de resistência a insetos pragas, dada importância dessa cultura para a economia mundial.

Os mecanismos de defesa natural das plantas podem ser eficientes contra o ataque de pragas. Um compilado feito por Franeta et al. (2019) com diversos estudos sobre a broca do colmo europeia *Ostrinia nubilalis* (Hübner) mostra que mecanismos envolvendo características de antibiose, antixenose e tolerância

podem influenciar o manejo de *O. nubialis*, e estas características podem ser de grande importância em programas de melhoramento de plantas.

Rasool et al. (2017) conduziram estudos com a praga do milho *Chilo partellus* (Swinhoe, 1885), e detectaram que fatores morfológicos foram responsáveis por contribuir com a resistência de genótipos de milho ao inseto. Os autores observaram que fatores como a densidade de tricomas, diâmetro do colmo e quantidade de fenóis totais influenciaram na redução do dano causado por *C. partellus* em genótipos de milho.

Compostos aleloquímicos produzidos pelo milho também são importantes fatores que contribuem com a resistência a insetos. O DIMBOA (2,4-dihidroxi-7-metoxi-1,4-benzoxazin-3-ona) glicosídeo presente em gramíneas (Meihls et al., 2012), tem potencial em influenciar resistência em artrópodes. Estudos de Ahmad et al. (2011) demonstraram que a presença de DIMBOA afetou o desenvolvimento do pulgão *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758) no milho.

Estudos de Costa et al. (2018) avaliaram a resistência de genótipos de milho a larva alfinete *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824). Dentre 19 genótipos avaliados, os autores classificaram os milhos crioulos Pérola e Palha Roxa e a cultivar SCS 154-Fortuna com resistência do tipo antibiose, pois reduziram a fertilidade e a sobrevivência dos insetos.

Genótipos de milho foram avaliados quanto a resistência ao percevejo *D. melacanthus* por Bueno et al. (2020). Neste estudo detectou-se que os genótipos IAC 8046, IAC 8390 E SCS 156 Colorado indicaram possível expressão de antixenose ao percevejo. Ainda os genótipos IAC 8390 e JM 2M60 indicaram ocorrência de antibiose, ambos afetando negativamente parâmetros biológicos do percevejo.

Diversos loci de características quantitativas que influenciam a resistência de insetos foram identificados em milho. No entanto, a grande maioria desses genes são para o grupo de insetos mastigadores, sendo que mais estudos precisam ser desenvolvidos para larva das raízes e insetos sugadores (Meihls et al., 2012).

Estudos básicos de resistência são pontos importantes na determinação de genótipos resistentes a insetos. A partir de seleções convencionais abre-se portas para o estudo genético desses materiais e descoberta de possíveis genes

resistentes promissores que possam ser combinados com técnicas de melhoramento genético para incorporá-los a demais genótipos.

2.4 Resistencia Induzida

Além de características genéticas constitutivas, as plantas também podem expressar resistência induzida a partir de estímulos bióticos ou abióticos, que consequentemente desencadeiam mecanismos de defesa (Kerchev et al., 2012; Boiça Junior et al., 2019).

A resistência induzida é a resposta da planta em decorrência de algum estresse, como o ataque de insetos herbívoros, produzindo compostos químicos ou barreiras morfológicas para se defender da herbivoria.

As defesas diretas induzidas após a herbivoria podem ser observadas pelas mudanças de características morfológicas estruturais como, maior produção de cera na superfície das folhas, desenvolvimento de espinhos, tricomas, dureza dos tecidos resultado da lignificação e suberização (Hanley et al., 2007; War et al., 2012). Mudanças bioquímicas também podem ser notadas, como produção de metabólitos secundários (terpenóides, isoflavonóides, alcaloides, etc.) que influenciam no desenvolvimento e sobrevivência dos herbívoros (War et al., 2012).

A alimentação de insetos afeta o estado oxidativo das plantas, levando-as à indução e produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) (Kerchev et al., 2012). Essas moléculas podem agir como sinalizadores, ativando vias de transdução de sinal, em decorrência ao estresse (Huang et al., 2019). No entanto, devido à alta capacidade oxidativa das EROs, podem ocorrer danos celulares irreversíveis as células vegetais, como morte celular e danos no DNA, além de serem compostos antinutritivos aos insetos (Huang et al., 2019).

Dentre as EROs, o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) é uma importante molécula que participa da regulação da sinalização celular, interagindo com hormônios na regulação de respostas ao estresse (Quan et al., 2008).

As respostas da EROs ao estresse devem ser cessadas quando a planta não estiver mais sob condições de estresse. Os mecanismos que regulam a eliminação das EROs podem ser enzimático ou não enzimático (Huang et al., 2019). Enzimas antioxidantes como, peroxidase, polifenol oxidase, ascorbato

peroxidase, lipoxigenases, fenilalanina amônia liase, superóxido dismutase são importantes reguladoras para manter a homeostase das células vegetais (Das e Roychoudhury, 2014).

A resistência induzida, portanto, é um mecanismo que influencia na capacidade da planta em deter ou interferir na alimentação do inseto. Este sistema de defesa é vantajoso para as plantas, pois é capaz de reduzir as injúrias ocasionados pelos insetos.

Estudos de Erb et al. (2009) demonstraram que a herbivoria de larvas de *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, 1868 ocasionou resistência na parte aérea de plantas de milho a lagarta *Spodoptera littoralis* (Boisduval) e ao fungo *Setosphaeria turcica* (Lutterell), reduzindo o ganho de peso da lagarta e lesões menores ocasionadas pelo fungo. Além de que, a infestação nas raízes promoveu maior produção de DIMBOA nas folhas do milho.

A produção de compostos de defesa pode ser induzida após diversas formas de estresses. Como exemplo, o aminoácido não proteico, 5-hidroxinorvalina, foi induzido em folhas de milho após herbivoria pelo pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) e lagartas *Spodoptera exigua* (Hübner), além de moléculas de sinalização (metil jasmonato, ácido salicílico e ácido abscísico) e estresse hídrico. Ainda segundo estudos de Yan et al., 2015 quando este metabólito foi adicionado a dieta de *R. maidis* em concentrações semelhantes as encontradas nas folhas e caules de milho, a reprodução foi reduzida, indicando possível função defensiva.

3. Referências

Ahmad S, Veyrat N, Gordon-Weeks R, Zhang Y, Martin J, Smart L, Glauser G, Erb M, Flors V, Frey M, Ton J (2011) Benzoxazinoid metabolites regulate innate immunity against aphids and fungi in maize. **Plant Physiology** 157:317–327. doi:10.1104/pp.111.180224.

Ávila CJ, Duarte M (2012) Eficiência de inseticidas, aplicados nas sementes e em pulverização, no controle do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae), na cultura do milho. **BioAssay** 7:1-6.

Ávila CJ, Panizzi AR (1995) Occurrence and damage by *Dichelops* (*Neodichelops*) *melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on corn. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 24:193-194.

Baloch MN, Fan J, Haseeb M, Zhang R (2020) Mapping potential distribution of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Central Asia. **Insects** 11:1–10. doi:10.3390/insects11030172.

Barão KR, Ferrari A, Grazia J (2020) Phylogenetic analysis of the *Euschistus* group (Hemiptera: Pentatomidae) suggests polyphyly of *Dichelops* Spinola, 1837 with the erection of *Diceraeus* Dallas, 1851, stat. rev. **Austral Entomology** 59:770–783. doi:10.1111/aen.12489.

Brustolin C, Bianco R, Neves PMOJ (2011) Inseticidas em pré e pós-emergência do milho (*Zea mays* L.), associados ao tratamento de sementes, sobre *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** 10:215-223.

Boiça Junior, AL, Freitas CA, Freitas MM, Nogueira L, Di Bello MM, Fonseca SS, Eduardo WI (2018) Estratégias de defesa de plantas a insetos. In: Castilho RC, Truzzi CC, Pinto CPG (Eds.) **Tópicos em Entomologia Agrícola – XI**. Jaboticabal: Gráfica e Editora Multipress, p.71-93.

Boiça Júnior AL, Freitas MM, Freitas CA, Di Bello, MM, Ulhoa LA, Pascutti TM, Souza BHS (2019) Respostas induzidas de defesa das plantas e implicações no manejo integrado de pragas. In.: Castilho RC, Rezende GF, Nascimento J, Rossi GD (Eds.) **Tópicos em Entomologia Agrícola - XII**. Jaboticabal: Gráfica e Editora Multipress, p. 137-160.

Bortolotto OC, Mikami AY, Bueno ADF, Silva GV, de Queiroz AP (2016) Aspectos biológicos de *Dichelops melacanthus* em três temperaturas, alimentados com grãos imaturos de milho 2B688Hx e 2B688. **Ciencia Rural** 46:254–259. doi:10.1590/0103-8478cr20150542.

Bueno NM, Baldin ELL, Canassa VF, Ribeiro L do P, Silva IF da, Lourenção AL, Koch RL (2020) Characterization of Antixenosis and Antibiosis of Corn Genotypes to *Dichelops melacanthus* Dallas (Hemiptera: Pentatomidae). **Gesunde Pflanzen** 73:67–76. doi:10.1007/s10343-020-00529-z.

Canassa VF, Baldin ELL, Bentivenha JPF, Pannuti LER, Lourenção AL (2017) Resistance to *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) in soybean genotypes of different maturity groups. **Bragantia** 76:257-265.

Carvalho ESM. (2007) ***Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) no sistema plantio direto no sul de Mato Grosso do Sul: flutuação populacional, hospedeiros e parasitismo.** 41 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourado, Dourados.

Chiaradia LA (2012) Damage and integrated management of the green-belly stink bug in wheat and corn crops. **Agropecuária Catarinense** 25:42-45.

Chiesa ACM, Sismeiro MNS, Pasini A, Roggia S (2016) Tratamento de sementes para manejo do percevejo-barriga-verde na cultura de soja e milho em sucessão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 51:301-308.

Chocorosqui VR, Panizzi AR (2004) Impacto of cultivation systems on *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) population and damage and its chemical control on wheat. **Neotropical Entomology** 33:487-492.

Crosariol Netto J, Michelotto MD, Grigolli JFJ, Galli JÁ, Pirota MZ, Busoli AC (2015) Damage caused by *Dichelops melacanthus* (Heteroptera: Pentatomidae) in conventional and transgenic corn hybrids. **Bioscience Journal** 31:1092-1101.

Chocorosqui VR (2001): **Bioecologia de *Dichelops (Diceraeus) melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae), danos e controle em soja, milho e trigo no norte do Paraná** 158 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Chocorosqui VR, Panizzi AR (2002) Influência da temperatura na biologia de ninfas de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: pentatomidae). **Semina: Ciências Agrárias**, 23, 217. doi:10.5433/1679-0359.2002v23n2p217.

Chocorosqui VR, Panizzi AR (2003) Photoperiod influence on the biology and phenological characteristics of *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae). **Brazilian journal of biology**, 63: 655–664. doi:10.1590/S1519-69842003000400012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento (2021) **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**: levantamento. Brasília, 108 p. (Boletim).

Costa EN, Nogueira L, De Souza BHS, Ribeiro ZA, Louvandini H, Zukoff SN, Júnior ALB (2018) Characterization of antibiosis to *diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Brazilian Maize Landraces. **Journal of Economic Entomology**, 111:454–462. doi:10.1093/jee/tox350.

Cruz I, Bianco R, Redoan ACM (2016) Potential risk of losses in maize caused by *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) in Brazil. **Revista Brasileira de Milho Sorgo**, 15:386-397. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v15n3p386-397>

Das K, Roychoudhury A (2014) Reactive oxygen species (ROS) and response of antioxidants as ROS-scavengers during environmental stress in plants. **Frontiers in Environmental Science**, 2, 1–13. doi:10.3389/fenvs.2014.00053.

Duarte MM, Ávila CJ, Santos V (2015) Danos e nível de dano econômico do percevejo barriga verde na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** 14:291-299.

Erb M, Flors V, Karlen D, De Lange E, Planchamp C, D'Alessandro M, Turlings TCJ, Ton J (2009) Signal signature of aboveground-induced resistance upon belowground herbivory in maize. **Plant Journal**, 59:292–302. doi:10.1111/j.1365-313X.2009.03868.x.

Fernandes PH, Ávila CJ, da Silva IF, Zulin D (2020) Damage by the green-belly stink bug to corn. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira** 55. doi:10.1590/S1678-3921.PAB2020.V55.01131

Fancelli AL (2015) Ecofisiologia, Fenologia e Implicações Básicas de Manejo. In.: Borém A, Galvão JCC, Pimentel MA (Eds.) **Milho do plantio a colheita**. Viçosa: UFV, p. 51-76.

FIESP. Federação das Indústrias de Estado de São Paulo (2021) **Safra mundial de milho 2021**: Informativo. São Paulo, 1 p. (Informativos).

Franeta F, Mikić S, Milovac Ž, Mitrović B, Inđić D, Vuković S (2019) Maize defence mechanisms against the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera: Crambidae). **International Journal of Pest Management**, 65: 23–32. doi:10.1080/09670874.2018.1454629.

GRAZIA J (1978) Revisão do gênero *Dichelops* Spinola, 1837 (Heteroptera, Pentatomidae, Pentatomini). *Iheringia*, 53:1-119.

Grazia J, Schwertner CF (2011) Checklist dos percevejos-do-mato (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomoidea) do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, 11: 705-716.

Hanley ME, Lamont BB, Fairbanks MM, Rafferty CM (2007) Plant structural traits and their role in anti-herbivore defence. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, 8:157–178. doi:10.1016/j.ppees.2007.01.001.

Heerwaarden J Van, Doebley J, Briggs WH, Glaubitz JC, Goodman MM, Jesus J De (2011) Genetic signals of origin, spread, and introgression in a large sample of maize landraces. 108: 1088–1092. doi:10.1073/pnas.1013011108.

Huang H, Ullah F, Zhou DX, Yi M, Zhao Y (2019) Mechanisms of ROS regulation of plant development and stress responses. **Frontiers in Plant Science**, 10:1–10. doi:10.3389/fpls.2019.00800.

Kaloshian I, Walling LL (2005) Hemipterans as plant pathogens. **Annual Review of Phytopathology** 43:491-521.

Kerchev PI, Fenton B, Foyer CH, Hancock RD (2012): Plant responses to insect herbivory: Interactions between photosynthesis, reactive oxygen species and hormonal signalling pathways. **Plant, Cell and Environment**, 35:441–453. doi:10.1111/j.1365-3040.2011.02399.x.

Kistler L, Maezumi SY, Souza JG De, Przelomska NAS, Costa FM, Smith O, Loiselle H, Ramos-madrigal J, Wales N, Ribeiro ER, Morrison RR, Grimaldo C, Prous AP, Arriaza B (2018) Multiproxy evidence highlights a complex evolutionary legacy of maize in South America. **Science** 362:1309–1313.

Kogan M, Ortman EF (1978) Antixenosis - A new term proposed to define Painter's "Nonpreference" modality of resistance. **Bulletin of the Entomological Society of America**, 24:175-176.

Lara FM (Eds.) (1991) **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Icone, 336p.

Meihls LN, Kaur H, Jander G (2012): Natural variation in maize defense against insect herbivores. **Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology**, 77:269–283. doi:10.1101/sqb.2012.77.014662.

Moawad SS (2014) Review: Plant Resistance to Agriculture Insect Pests. **Review of Plant Studies**, 1:10–25. doi:10.18488/journal.69/2014.1.1/69.1.10.25.

Painter RH (Eds.) (1951) Insect resistance in crop plants. New York: MacMillan, 520p.

Painter RH (1958) Resistance of plants to insects. **Annual Review of Entomology** 3:267-290.

Panizzi AR, Duo LJS, Bortolato NM, Siqueira F (2007) Nymph developmental time and survivorship, adult longevity, reproduction and body weight of *Dichelops melacanthus* (Dallas) feeding on natural and artificial diets. **Revista Brasileira de Entomologia**, 51:484–488. doi:10.1590/S0085-56262007000400013.

Panizzi AR, Lucini T (2019) Body position of the stink bug *Dichelops melacanthus* (Dallas) during feeding from stems of maize seedlings. **Brazilian Journal of Biology** 79:304-310.

Pereira PRVS, Tonello LS, Salvadori JR (2007) **Caracterização das fases de desenvolvimento e aspectos da biologia do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas)**. Passo Fundo: Embrapa: Embrapa Trigo (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico, 214).

Pérez GD, Tham TER, Luque F, Sánchesz-Cañete FJS, Fraile IR, Jimenez I, Muñiz AM, Gálvez M, Galdós JS, García MAS, Sánchez VFV (2011) Ancient nucleic acids from maize. **Archaeobios**, 1:21-28.

Poock-da-silva P, Barão KR, Grazia J (2013) Contributions to the knowledge of *Dichelops* Spinola: description of a new species of *Dichelops* (*Diceraeus*) and of the male *Dichelops* (*Prodichelops*) *divisus* (Hemiptera: Pentatomidae: Carpocorini). **Zootaxa**, 1:60-68.

Quan LJ, Zhang B, Shi WW, Li HY (2008) Hydrogen peroxide in plants: A versatile molecule of the reactive oxygen species network. **Journal of Integrative Plant Biology**, 50:2–18. doi:10.1111/j.1744-7909.2007.00599.x.

Rodrigues RB (2011) **Danos do percevejo-barriga-verde *Dichelops melacanthus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA:PENTATOMIDAE) na cultura do milho**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Roza-Gomes MF, Salvadori JR, Pereira PRVS, Panizzi AR (2011) Injúrias de quatro espécies de percevejos pentatomídeos em plântulas de milho. **Ciência Rural** 41:1115-1119.

Rasool I, Wani AR, Nisar M, Dar Z, Nehru R, Hussain B (2017) Antixenosis and antibiosis as a resistance mechanism to *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Pyralidae) in some maize genotypes. **Journal of Entomology and Zoology Studies JEZS**, 5:22–27.

Silva JJ, Ventura MU, Silva FAC, Panizzi AR (2013) Population dynamics of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on host plants. **Neotropical Entomology** 42:141-145.

Silva JP, Baldin ELL, Canassa VF, Souza ES (2014) Assessing antixenosis of soybean entries against *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae). **Arthropod- Plant Interactions** 8:349-359.

Smaniotto LF, Panizzi AR (2015) Interactions of selected species of stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) from leguminous crops with plants in the Neotropics. **The Florida Entomologist** 98:7-17.

Smith CM, Clement SL (2012) Molecular bases of plant resistance to arthropods. **Annual Review of Entomology** 57:309-328.

Smith CM (Eds.) (2005). **Plant Resistance to Arthropods: Molecular and Conventional Approaches**. The Netherlands: Springer. 423p.

Smith CM (1999) Plant resistance to insect. In.: Rechcigl JE, Rechcigl NA (Eds.) **Biological and biotechnological control of insect pest**. Florida: Lewis Publishers, p.171- 191.

Sosa-Gomez DR, Silva JJ (2010) Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 45:767-769.

Stout MJ (2013) Reevaluating the conceptual framework for applied research on host-plant resistance. **Insect Science** 20:263-272.

Tomazini J (2019) **Biologia de *Dichelops melacanthus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com diferentes dietas naturais**. 26 f. Monografia (Bacharel em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul.

Von Pinho RG, Santo AO, Von Pinho IV (2015). Botânica. In.: Borém A, Galvão JCC, Pimentel MA (Eds.) **Milho do plantio a colheita**. Viçosa: UFV, p. 27-49.

Yan J, Lipka AE, Schmelz EA, Buckler ES, Jander G (2015): Accumulation of 5-hydroxynorvaline in maize (*Zea mays*) leaves is induced by insect feeding and abiotic stress. **Journal of Experimental Botany**, 66:593–602. doi:10.1093/jxb/eru385.

War AR, Paulraj MG, Ahmad T, Buhroo AA, Hussain B, Ignacimuthu S, Sharma HC (2012). Mechanisms of Plant Defense against Insect Herbivores **Plant Signaling and Behavior**, 7:1306–1320.

CAPÍTULO 2 - Antixenose na resistência constitutiva em genótipos de milho ao percevejo *Diceraeus melacanthus*

RESUMO - O milho é uma das culturas de maior importância agrícola no mundo, no entanto, pode ser acometida por inúmeros insetos fitófagos responsáveis por causar perdas econômicas na produção. *Diceraeus melacanthus* enquadra-se no complexo de pragas que atacam o milho, e são poucas as estratégias de manejo para este inseto. O objetivo do trabalho foi avaliar 17 genótipos de milho quanto aos efeitos de resistência por antixenose ao percevejo *D. melacanthus*. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação com plantas de milho em estágio V2 e percevejos adultos. Realizaram-se bioensaios de atratividade e preferência alimentar, além de serem avaliados fatores físicos e morfológicos das plantas como dureza do tecido, número de puncturas e fatores colorimétricos. Os genótipos 30A37, IAC 8390, Defender, NS 77 e Supremo Tg foram os que expressaram maiores efeitos antixenóticos em testes com e sem chance de escolha, dentre estes Defender e Supremo Tg por possíveis causas morfológicas como a dureza do tecido vegetal. Embora o genótipo IAC 8390 também apresente grande potencial de resistência não foi possível atribuir suas causas, desta forma mais estudos devem ser conduzidos para avaliar os possíveis constituintes químicos que lhes confere esta característica.

Palavras-chave: Injúrias, percevejo barriga verde, pragas do milho, resistência de plantas

CHAPTER 2 - Antixenosis in constitutive resistance in maize genotypes to the stink bug *Diceraeus melacanthus*

ABSTRACT – Corn is one of the most important agricultural crops in the world, however, it can be affected by numerous phytophagous insects responsible for causing economic losses in production. *Diceraeus melacanthus* belongs to the complex of pests that attack maize, and there are few management strategies for this insect. The objective of this work was to evaluate 17 maize genotypes regarding the effects of antixenosis resistance to the stink bug *D. melacanthus*. The experiments were carried out in a greenhouse with maize plants in stage V2 and adult bugs. Bioassays of attractiveness and food preference were carried out, in addition to evaluating physical and morphological factors of the plants, such as tissue hardness, number of punctures and colorimetric factors. Genotypes 30A37, IAC 8390, Defender, NS 77 and Supremo Tg were the ones that expressed the greatest antixenotic effects in tests with and without choice, among these Defender and Supremo Tg due to possible morphological causes such as plant tissue hardness. Although the IAC 8390 genotype also presents great potential for resistance, it was not possible to attribute its causes, so more studies should be conducted to evaluate the possible chemical constituents that give them this characteristic.

Keywords: Injuries, green-belly stink bug, corn pests, plant resistance

1. Introdução

Injúrias ocasionadas por insetos são frequentemente observadas em plantas cultivadas, principalmente espécies de importância econômica como o milho (Aguirre et al., 2016; Fernandes et al., 2020). Naturalmente algumas plantas podem apresentar mecanismos e/ou estruturas que lhes permite serem menos danificadas por insetos herbívoros do que uma planta suscetível (Smith e Clement, 2012), sendo considerada resistente aquela que apresenta esta capacidade.

O termo resistência por antixenose é designado às plantas que apresentam fatores físicos, morfológicos ou químicos que afetam o comportamento do inseto, tornando-a menos preferida pelo inseto como hospedeira, quando comparada a uma planta suscetível (Smith e Clement, 2012; Boiça Junior et al., 2018). Em outras palavras, é a resposta comportamental negativa do inseto às plantas que não lhes servem como hospedeiras.

Características morfológicas das plantas tais como, dureza dos tecidos, serosidade foliar, tricomas e arquitetura podem interferir na preferência por alimentação, oviposição ou abrigo dos insetos, funcionando como uma barreira ao ataque destes (Rao e Panwar, 2000; Schoonhoven et al., 2005; Boiça Junior et al., 2018).

Quando se trata de insetos sugadores, como os percevejos, um fator importante a ser considerado é a dureza do tecido vegetal. Plantas com tecidos rígidos são menos preferidas como hospedeiras, pois limitam a capacidade de alimentação dos insetos (Peeters, 2002). A deposição de lignina, celulose, suberina e outras macromoléculas na parede celular da planta confere maior dureza aos tecidos, ocasionando certa resistência a entrada dos estiletes de insetos sugadores (Schoonhoven et al., 2005; Boiça Junior et al., 2018).

A quantidade de lignina resonsável pela rigidez do colmo de plantas de milho, é característica constitutiva da planta, e normalmente não muda em resposta a alimentação de insetos (Meihls et al., 2012). Plantas que apresentam essa característica podem ter vantagem quanto a possível injúria ocasionada pelo percevejo *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae).

A cor é um fator físico que também pode influenciar na atração dos insetos (Vaishampayan et al., 1975). Mudanças genéticas que alteram a coloração de plantas hospedeiras podem ser implementadas como um tipo de resistência por antixenose (Baldin et al., 2019). Embora não existam muitos trabalhos em literatura que mostrem efeitos da cor sobre a preferência de insetos, alguns autores relatam efeitos dessa característica na atratividade de algumas pragas agrícolas (Schelick-Souza et al., 2011; Diaz-Montano et al., 2012).

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a atratividade e preferência alimentar do percevejo *D. melacanthus* entre 17 genótipos de milho, avaliados por características morfológicas e físicas.

2. Material e Métodos

2.1 Criação dos insetos

A população inicial de *D. melacanthus* utilizada na criação foi coletada no campo, na fazenda da UNESP/FCAV município de Jaboticabal - São Paulo, em área de cultivo de grãos. Outra parte da população inicial dos percevejos também foi coletada no campo, no município de Formosa do Oeste – Paraná. Ainda, parte dos indivíduos foram oriundos de aquisição da empresa PROMIP. A intenção da mescla das populações foi de aumentar a variabilidade genética e evitar o definhamento da população. Todos os insetos foram identificados com base em suas características morfológicas (Identificação pessoal).

A criação foi mantida no laboratório de Resistência de Plantas a Insetos da UNESP/FCAV, sob condições controladas de temperatura ($25 \pm 3^{\circ}\text{C}$), umidade relativa ($65 \pm 10\%$ UR) e fotoperíodo (14L). Os percevejos foram alimentados “*ad libitum*” com dieta natural composta por vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), frutos de ligustro (*Ligustrum lucidum* Aiton) e quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.), sementes secas de soja (*Glycine max* Merrill), amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.) dispostos aleatoriamente na arena de criação, de acordo com metodologia adaptada de Canassa et al. (2017).

Adultos de *D. melacanthus* foram criados em arenas de acrílico (30 cm × 30 cm × 40 cm) vedadas na parte frontal com tecido “voile” para aeração e

forradas internamente com papel filtro. Ademais, dentro das arenas de criação foram dispostos o alimento e chumaços de algodão seco, utilizado como substrato para postura.

Os ovos foram coletados diariamente e acondicionados em placas de Petri (9 cm de diâmetro) até eclosão das ninfas. Ninfas de segundo ínstar foram acondicionadas em caixas plásticas (10 cm × 15 cm × 30 cm) até o quinto ínstar, e alimentadas com a mesma dieta dos adultos, posteriormente transferidas para as gaiolas de acrílico. A partir da segunda geração os percevejos adultos com 15 dias de idade foram utilizados nos bioensaios.

2.2 Condução das plantas

Neste estudo, 17 genótipos de milho foram selecionados, contendo diversas tecnologias e também genótipos convencionais (Tabela 1). Os genótipos foram semeados em copos plásticos de 500 ml preenchidos com mistura de solo (Latossolo Vermelho distrófico) (Andrioli e Centurion, 1999), areia e composto orgânico bovino nas proporções de 3:1:1, a profundidade de um centímetro. Em cada recipiente uma única planta foi conduzida, sendo esta considerada uma repetição. Além disso, durante todo período do experimento as plantas foram mantidas em casa de vegetação protegidas por tela anti-afídeo e irrigadas de acordo com a necessidade hídrica da planta.

Tabela 1. Genótipos de milho testados no experimento com respectivas empresas e tecnologias empregadas.

Genótipos	Empresa	Transgênico/Comercial	Proteínas
22M12	Sempre	Viptera	Vip3Aa20
10A40	Sempre	Top	--
Feroz	Syngenta	Viptera 3	(Cry1Ab, Vip3Aa20)
Defender	Syngenta	Viptera	Vip3Aa20
Supremo	Syngenta	Tg	--
Supremo	Syngenta	Viptera 3	(Cry1Ab, Vip3Aa20)
CD 3612	Coodetec	Power Core	(Cry1F, Cry1A.105 , Cry2Ab2) e (CP4 EPSPS, PAT)
K9960	KWS	Viptera 3	(Cry1Ab, Vip3Aa20)
AG 8700	Agroceres	VT PRO 3	(Cry1A.,105, Cry2Ab2, Cry3Bb1)
NS 77	Nidera Sementes	PRO 2	Cry1A.,105, Cry2Ab2)
2B533	Forseed	Power Core	(Cry1F, Cry1A.105 , Cry2Ab2) e (CP4 EPSPS, PAT)
2B512	Forseed	Power Core	(Cry1F, Cry1A.105 , Cry2Ab2) e (CP4 EPSPS, PAT)
2B610	Forseed	Power Core	(Cry1F, Cry1A.105 , Cry2Ab2) e (CP4 EPSPS, PAT)
MG 580	Morgan	Power Core	(Cry1F, Cry1A.105 , Cry2Ab2) e (CP4 EPSPS, PAT)
30A37	Morgan	Power Core	(Cry1F, Cry1A.105 , Cry2Ab2) e (CP4 EPSPS, PAT)
IAC 8046	Instituto Agrônômico	Convencional	--
IAC 8390	Instituto Agrônômico	Convencional	--

2.3 Bioensaio de antixenose

A influência dos genótipos de milho na expressão de antixenose ao percevejo *D. melacanthus* foi avaliada pelos testes de preferência alimentar com e sem chance de escolha. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC), com dez repetições, sendo os bioensaios conduzidos em casa de vegetação.

Para o teste sem chance de escolha, cada repetição composta por uma planta no estágio V2, foi coberta por arena de tecido “voile” e liberado um casal do percevejo *D. melacanthus* por repetição. A infestação durou 72 horas, período no qual, foi avaliado a preferência dos insetos nos seguintes tempos: 15 e 30

minutos, 1, 3, 6, 12, 24, 48 e 72 horas. A avaliação da preferência foi realizada avaliando a presença do inseto se alimentando na planta ou não.

Para o teste com chance de escolha utilizou-se plantas da mesma idade que o teste anterior, no entanto, os genótipos foram divididos em dois grupos de nove genótipos, repetindo apenas o genótipo padrão resistente IAC 8390 (Bueno et al., 2020). O grupo 1 foi composto pelos genótipos 22M12, 10A40, Feroz, Defender, CD 3612, AG 8700, 2B533, MG 580, IAC 8390 e o grupo 2 Supremo Tg, Supremo vip, K9960, NS 77, 2B512, 2B610, 30A37, IAC8046, IAC8390. A divisão foi necessária para reduzir a influência de um genótipo sobre o outro.

As arenas para o teste com chance de escolha foram desenvolvidas com uma placa de isopor na base, onde foram feitos orifícios e os copos foram encaixados. Para vedar a arena foi colocado um suporte cúbico nas dimensões de 50x50x50 cm recoberto por tecido do tipo filó. Os genótipos de cada grupo foram dispostos equidistantes dentro da arena. Ao centro das arenas foram liberados nove casais de percevejos, referente a um casal por genótipo. Os insetos permaneceram por 72 horas em contato com as plantas e as avaliações de preferência alimentar foram realizadas nos mesmos tempos descritos para o teste anterior, anotando o número de insetos em cada genótipo. Em ambos bioensaios os insetos ficaram por 12 horas sem alimento antes da infestação.

Com base nos testes de preferência dos grupos 1 e 2 foram selecionados os genótipos que deram origem ao grupo 3, composto pelos genótipos 10A40, CD 3612, MG 580, Supremo Tg, K9960, NS 77, 30A37, Defender, 2B610, IAC8390. A atratividade do grupo 3 foi avaliada seguindo o mesmo padrão dos demais grupos.

2.4 Teste de puncturas

Para o teste de puncturas, plantas de milho foram conduzidas em casa de vegetação seguindo metodologia descrita para o bioensaio de antixenose. Plantas no estágio V2 foram utilizadas, devido ser a fase crítica da cultura ao ataque de *D. melacanthus* (Fernandes et al., 2020). Um percevejo adulto não sexado foi preso na primeira folha totalmente expandida das plantas, com auxílio de uma mini arena plástica de três centímetros de diâmetro. Os insetos ficaram presos às plantas por 72 horas e após este período as folhas foram retiradas da

planta e coradas para contabilização das puncturas. O bioensaio foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso (DBC) com 8 repetições.

A metodologia para coloração das folhas foi adaptada de Rossetto e Lourenção (1981), na qual foi preparada solução de água e Fucsina ácida (0,5 L de água destilada e 0,5 g de fucsina), e as folhas ficaram submersas nessa solução por 15 minutos. Em seguida foram lavadas em água destilada para retirada do excesso de corante, secas em papel filtro e avaliadas na lupa estereoscópio para contagem do número de puncturas.

2.5 Teste de dureza e colorimetria

As plantas utilizadas para avaliação da dureza do colmo e colorimetria foram conduzidas da mesma forma que descrito anteriormente para o bioensaio de antixenose. Ambas as avaliações foram realizadas no laboratório de Manejo Integrado de Pragas do Instituto Federal Goiano, Campus de Urutaí - GO.

No teste de dureza foram utilizadas cinco plantas para cada genótipo, no estágio V2. Em cada planta foi mensurado dois pontos no colmo, com padronização de sua localização a 1 cm abaixo da primeira folha totalmente expandida em lados opostos, totalizando 10 repetições por genótipo. Para realização do teste foi utilizado Penetrômetro modelo ENGCO (Piracicaba, São Paulo, Brasil) com ponteira P 1500, para simular o estilete do inseto. O aparelho foi regulado para realizar um deslocamento de 2 mm a velocidade de 7 mm/s no sentido do interior do colmo, e durante esse movimento mensurar a força utilizada para perfurar o tecido vegetal. Os resultados foram expressos em quilograma-força por centímetro (kgf/cm^2).

As plantas utilizadas no teste de dureza foram reaproveitadas para as avaliações colorimétricas. A cor foi mensurada na primeira e segunda folha totalmente expandida de cada planta, utilizando-se 10 repetições por genótipo. Para estas avaliações foi utilizado colorímetro modelo Konica Minolta (CR 10 Plus, Osaka, Japan). A coloração foi dada pelos índices L^* , a^* e b^* , sendo o ângulo Hue equivalente ao $[\arctan(b^*/a^*)]$ e o Croma ao $[(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}]$ (Minolta, 1998). Os valores do ângulo Hue foram transformados de acordo com McGuire (1992).

2.6 Análise estatística

Nos bioensaios de antixenose os dados de atratividade foram submetidos a análise de variância (ANOVA). Não atendido os pressupostos de normalidade e homocedasticidade pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene, respectivamente, em nenhum teste realizou-se o ranqueamento dos dados para esta variável. As médias foram calculadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O índice de preferência (IP) para adultos de *D. melacanthus* foi calculado pela fórmula proposta por Kogan e Goeden (1970) para todos os genótipos estudados e tendo como padrão o genótipo resistente IAC 8390 (Bueno et al., 2020), além dos genótipos designados como suscetíveis. A equação utilizada foi:

$$IP = \frac{2G}{G + P}$$

Na qual, utilizou-se o número de insetos no genótipo avaliado (G) e número de insetos no genótipo padrão (P)(resistente/suscetível). Por este cálculo os índices de preferência iguais a 1 indicam atração semelhante entre o genótipo avaliado e o padrão suscetível (neutro), $IP < 1$ indica menor atração no genótipo avaliado (deterrente) e $IP > 1$ indica maior atração em relação ao padrão (estimulante).

Para os dados de número de puncturas, dureza de colmo e componentes colorimétricos foram analisadas a normalidade e homogeneidade pelos testes de Kolmogorov-Smirnoff e Levene, respectivamente, e os dados transformados, se necessário. As médias foram submetidas a análise de variância (ANOVA) e comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Os parametros foram correlacionadas para análise das interações entre si. Todas as análises foram realizadas no software R 3.6.1 (R Core Time, 2019).

3. Resultados

Para a atratividade no teste sem chance de escolha todos os genótipos foram avaliados separadamente quanto a presença ou não do percevejo na planta nos tempos estudados, e não foi observada diferença significativa entre

os genótipos em nenhum dos tempos avaliados. No entanto, ao observar a média de todos os tempos notou-se menor média de insetos atraídos para os genótipos 30A37, Defender, IAC 8046, AG 8700, 2B610, Supremo Vip3 e IAC 8390 (Tabela 2).

O mesmo padrão verificado para a atratividade média dos genótipos foi observado também quando avaliado o índice de preferência dos percevejos (Figura 1). Os genótipos Supremo Vip3, IAC 8390, 2B610, AG 8700, IAC 8046, Defender e 30A37 foram considerados deterrentes em relação a alimentação de *D. melacanthus*.

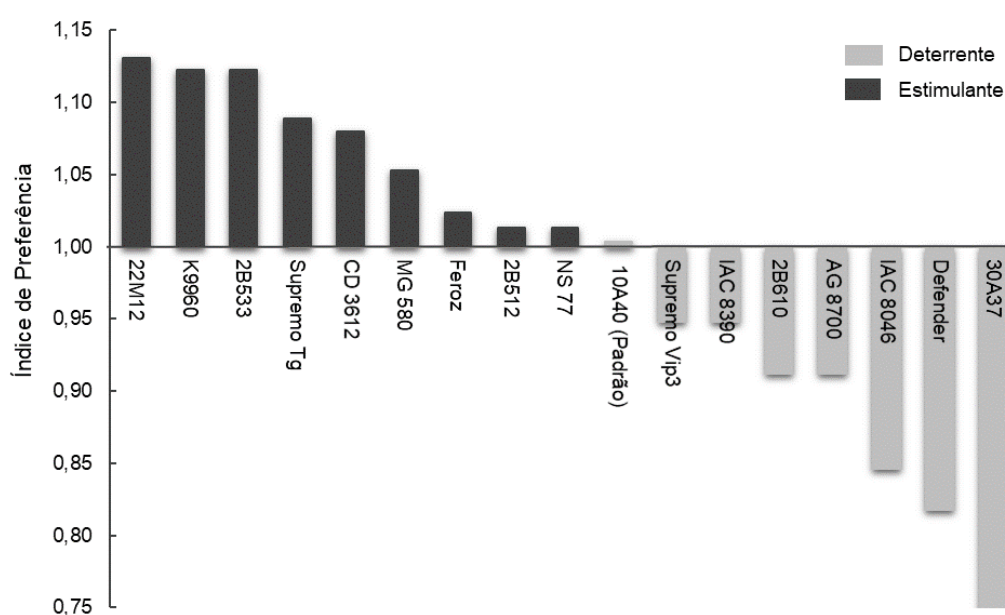


Figura 1. Índice de preferência de *Diceraeus melacanthus* a genótipos de milho para o teste sem chance de escolha

Tabela 2. Atratividade em diversos tempos de amostragem e média ($\pm$ EPM) de adultos de *Diceraeus melacanthus* em genótipos de milho em teste sem chance de escolha.

Genótipos	15	30	1h	3h	6h
22M12	1,0 $\pm$ 0,26	1,0 $\pm$ 0,15	0,9 $\pm$ 0,23	0,4 $\pm$ 0,22	0,5 $\pm$ 0,22
10A40	0,8 $\pm$ 0,20	0,6 $\pm$ 0,22	0,7 $\pm$ 0,21	0,7 $\pm$ 0,26	0,9 $\pm$ 0,28
Feroz	0,8 $\pm$ 0,20	1,1 $\pm$ 0,23	0,9 $\pm$ 0,23	0,6 $\pm$ 0,22	0,6 $\pm$ 0,16
Defender	0,7 $\pm$ 0,26	0,6 $\pm$ 0,16	0,7 $\pm$ 0,15	0,4 $\pm$ 0,16	0,1 $\pm$ 0,10
Supremo Tg	0,7 $\pm$ 0,21	0,9 $\pm$ 0,28	0,8 $\pm$ 0,20	0,9 $\pm$ 0,31	0,8 $\pm$ 0,20
Supremo Vip	0,8 $\pm$ 0,20	0,7 $\pm$ 0,15	0,5 $\pm$ 0,22	0,3 $\pm$ 0,15	0,5 $\pm$ 0,22
CD 3612	1,2 $\pm$ 0,25	1,1 $\pm$ 0,23	1,0 $\pm$ 0,21	0,4 $\pm$ 0,16	0,6 $\pm$ 0,16
K9960	0,6 $\pm$ 0,27	1,0 $\pm$ 0,30	0,9 $\pm$ 0,28	0,6 $\pm$ 0,27	0,5 $\pm$ 0,27
AG 8700	0,7 $\pm$ 0,15	0,5 $\pm$ 0,17	0,7 $\pm$ 0,21	0,3 $\pm$ 0,15	0,4 $\pm$ 0,22
NS 77	1,0 $\pm$ 0,26	1,0 $\pm$ 0,26	1,0 $\pm$ 0,21	0,4 $\pm$ 0,16	0,2 $\pm$ 0,13
2B533	1,1 $\pm$ 0,28	1,1 $\pm$ 0,23	1,0 $\pm$ 0,21	0,9 $\pm$ 0,28	0,5 $\pm$ 0,27
2B512	1,0 $\pm$ 0,26	1,0 $\pm$ 0,26	0,6 $\pm$ 0,27	0,5 $\pm$ 0,22	0,6 $\pm$ 0,27
2B610	0,7 $\pm$ 0,21	0,7 $\pm$ 0,21	0,5 $\pm$ 0,22	0,5 $\pm$ 0,22	0,3 $\pm$ 0,21
MG 580	1,1 $\pm$ 0,23	1,0 $\pm$ 0,15	0,8 $\pm$ 0,13	0,5 $\pm$ 0,17	0,3 $\pm$ 0,21
30A37	0,6 $\pm$ 0,22	0,3 $\pm$ 0,15	0,3 $\pm$ 0,15	0,2 $\pm$ 0,13	0,3 $\pm$ 0,15
IAC 8046	0,8 $\pm$ 0,29	0,9 $\pm$ 0,23	0,5 $\pm$ 0,22	0,3 $\pm$ 0,15	0,1 $\pm$ 0,10
IAC 8390	0,6 $\pm$ 0,27	0,8 $\pm$ 0,25	0,5 $\pm$ 0,17	0,9 $\pm$ 0,28	0,2 $\pm$ 0,13
F	0,6437	1,1523	1,0776	0,762	1,4269
p-valor	0,844 ^{ns}	0,3129 ^{ns}	0,381 ^{ns}	0,726 ^{ns}	0,1358 ^{ns}
Genótipos	12 h	24 h	48 h	72 h	Média
22M12	0,3 $\pm$ 0,21	0,6 $\pm$ 0,27	0,9 $\pm$ 0,18	0,6 $\pm$ 0,27	0,69 $\pm$ 0,07 a
10A40	0,0 $\pm$ 0,0	0,3 $\pm$ 0,15	0,5 $\pm$ 0,22	0,3 $\pm$ 0,15	0,53 $\pm$ 0,07 a
Feroz	0,0 $\pm$ 0,0	0,4 $\pm$ 0,16	0,4 $\pm$ 0,22	0,2 $\pm$ 0,13	0,56 $\pm$ 0,06 a
Defender	0,3 $\pm$ 0,15	0,2 $\pm$ 0,20	0,3 $\pm$ 0,15	0,0 $\pm$ 0,0	0,37 $\pm$ 0,05 b
Supremo Tg	0,3 $\pm$ 0,15	0,4 $\pm$ 0,16	0,5 $\pm$ 0,17	0,4 $\pm$ 0,16	0,63 $\pm$ 0,07 a
Supremo Vip	0,3 $\pm$ 0,15	0,3 $\pm$ 0,15	0,5 $\pm$ 0,17	0,4 $\pm$ 0,22	0,48 $\pm$ 0,06 b
CD 3612	0,1 $\pm$ 0,10	0,3 $\pm$ 0,21	0,3 $\pm$ 0,15	0,6 $\pm$ 0,16	0,62 $\pm$ 0,07 a
K9960	0,7 $\pm$ 0,30	0,6 $\pm$ 0,27	0,4 $\pm$ 0,16	0,8 $\pm$ 0,25	0,68 $\pm$ 0,08 a
AG 8700	0,2 $\pm$ 0,13	0,6 $\pm$ 0,22	0,4 $\pm$ 0,16	0,2 $\pm$ 0,13	0,44 $\pm$ 0,05 b
NS 77	0,3 $\pm$ 0,21	0,2 $\pm$ 0,13	0,3 $\pm$ 0,15	0,5 $\pm$ 0,17	0,54 $\pm$ 0,07 a
2B533	0,3 $\pm$ 0,15	0,2 $\pm$ 0,13	0,6 $\pm$ 0,22	0,4 $\pm$ 0,16	0,68 $\pm$ 0,07 a
2B512	0,4 $\pm$ 0,22	0,3 $\pm$ 0,15	0,2 $\pm$ 0,13	0,3 $\pm$ 0,15	0,54 $\pm$ 0,07 a
2B610	0,2 $\pm$ 0,20	0,2 $\pm$ 0,13	0,5 $\pm$ 0,22	0,4 $\pm$ 0,16	0,44 $\pm$ 0,06 b
MG 580	0,4 $\pm$ 0,22	0,3 $\pm$ 0,21	0,6 $\pm$ 0,27	0,3 $\pm$ 0,15	0,59 $\pm$ 0,07 a
30A37	0,2 $\pm$ 0,13	0,2 $\pm$ 0,13	0,2 $\pm$ 0,13	0,5 $\pm$ 0,17	0,31 $\pm$ 0,05 b
IAC 8046	0,3 $\pm$ 0,15	0,3 $\pm$ 0,15	0,2 $\pm$ 0,13	0,1 $\pm$ 0,10	0,39 $\pm$ 0,06 b
IAC 8390	0,3 $\pm$ 0,15	0,2 $\pm$ 0,13	0,6 $\pm$ 0,27	0,2 $\pm$ 0,13	0,48 $\pm$ 0,07 b
F	0,7547	0,5574	0,9183	1,3092	2,6577
p-valor	0,7339 ^{ns}	0,911 ^{ns}	0,5497 ^{ns}	0,198 ^{ns}	0,0003*

*Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, EPM = Erro Padrão da Média.

Para o teste com chance de escolha os genótipos presentes no grupo 1 apresentaram diferenças estatísticas para atratividade apenas na avaliação de 3h, sendo os genótipos 22M12, 10A40, CD 3612 e MG 580 os menos preferidos pelos percevejos. Nos demais períodos não foi observado diferença significativa

entre os genótipos (Tabela 3).

Tabela 3. Atratividade em diversos tempos de amostragem e média ($\pm$ EPM) de adultos de *Diceraeus melacanthus* em genótipos de milho em teste com chance de escolha para o grupo 1.

Genótipos	15	30	1h	3h	6h
22M12	0,5 $\pm$ 0,22	0,4 $\pm$ 0,22	0,5 $\pm$ 0,27	0 $\pm$ 0,0 b	0,7 $\pm$ 0,26
10A40	0,0 $\pm$ 0,0	0,2 $\pm$ 0,13	0,2 $\pm$ 0,13	0,2 $\pm$ 0,20 b	0,3 $\pm$ 0,21
Feroz	0,6 $\pm$ 0,22	0,7 $\pm$ 0,21	0,8 $\pm$ 0,25	0,6 $\pm$ 0,22 a	0,4 $\pm$ 0,0
Defender	0,8 $\pm$ 0,29	0,6 $\pm$ 0,27	1,0 $\pm$ 0,33	1,7 $\pm$ 0,96 a	1,4 $\pm$ 0,62
CD 3612	0,6 $\pm$ 0,22	0,7 $\pm$ 0,26	0,5 $\pm$ 0,22	0,3 $\pm$ 0,21 b	0,7 $\pm$ 0,40
AG 8700	0,4 $\pm$ 0,22	0,9 $\pm$ 0,31	0,7 $\pm$ 0,30	0,7 $\pm$ 0,30 a	0,6 $\pm$ 0,27
2B533	0,7 $\pm$ 0,30	0,9 $\pm$ 0,28	0,7 $\pm$ 0,26	0,6 $\pm$ 0,16 a	0,9 $\pm$ 0,31
MG 580	0,1 $\pm$ 0,10	0,2 $\pm$ 0,13	0,3 $\pm$ 0,15	0,4 $\pm$ 0,22 b	0,2 $\pm$ 0,13
IAC 8390	0,4 $\pm$ 0,16	0,4 $\pm$ 0,16	0,3 $\pm$ 0,15	0,5 $\pm$ 0,17 a	0,6 $\pm$ 0,22
F	1,6432	1,3825	1,0595	2,1277	1,2993
p-valor	0,1255 ^{ns}	0,2167 ^{ns}	0,3997 ^{ns}	0,0422*	0,2557 ^{ns}
Genótipos	12 h	24 h	48 h	72 h	Média
22M12	0,7 $\pm$ 0,26	0,6 $\pm$ 0,27	0,8 $\pm$ 0,33	0,2 $\pm$ 0,13	0,43 $\pm$ 0,07 b
10A40	0,3 $\pm$ 0,21	0,4 $\pm$ 0,22	0,7 $\pm$ 0,21	0,4 $\pm$ 0,22	0,32 $\pm$ 0,06 b
Feroz	0,4 $\pm$ 0,0	0,5 $\pm$ 0,22	0,4 $\pm$ 0,22	0,4 $\pm$ 0,16	0,53 $\pm$ 0,07 b
Defender	1,4 $\pm$ 0,62	0,7 $\pm$ 0,33	0,7 $\pm$ 0,26	1,0 $\pm$ 0,52	0,99 $\pm$ 0,15 a
CD 3612	0,7 $\pm$ 0,40	0,7 $\pm$ 0,33	0,3 $\pm$ 0,15	0,2 $\pm$ 0,13	0,50 $\pm$ 0,08 b
AG 8700	0,6 $\pm$ 0,27	0,7 $\pm$ 0,42	0,9 $\pm$ 0,23	0,5 $\pm$ 0,31	0,76 $\pm$ 0,11 a
2B533	0,9 $\pm$ 0,31	1,2 $\pm$ 0,51	1,3 $\pm$ 0,47	0,8 $\pm$ 0,44	0,89 $\pm$ 0,11 a
MG 580	0,2 $\pm$ 0,13	0,6 $\pm$ 0,22	0,4 $\pm$ 0,22	1,1 $\pm$ 0,41	0,41 $\pm$ 0,07 b
IAC 8390	0,6 $\pm$ 0,22	0,2 $\pm$ 0,13	0,5 $\pm$ 0,22	0,8 $\pm$ 0,36	0,50 $\pm$ 0,06 b
F	1,0362	0,445	0,9776	0,792	3,8839
p-valor	0,4161 ^{ns}	0,8904 ^{ns}	0,4595 ^{ns}	0,6112 ^{ns}	<0,001*

*Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, EPM = Erro Padrão da Média.

Ao ser observada a atratividade média (Tabela 3) dos genótipos em relação aos períodos de avaliação, Defender, 2B533 e AG 8700 foram mais atrativos, sendo que os demais genótipos apresentaram médias iguais ao padrão de resistência IAC 8390 (Bueno et al., 2020).

Quanto ao grupo 2, observou-se diferença significativa em 6 e em 48 horas, sendo os genótipos Supremo Tg, IAC 8390, NS 77 e K9960 os menos atrativos, mantendo esta tendência no intervalo de tempo referido. Estes mesmos genótipos mantiveram o padrão de menor atratividade quando comparados quanto a atratividade média entre todos os períodos de avaliação, acrescentando-se ao grupo o genótipo 30A37 (Tabela 4).

Para o índice de preferência, foi determinado como padrão suscetível o genótipo Feroz e 30A37, respectivamente para os grupos 1 e 2. Para o grupo 1, os genótipos CD 3612, IAC 8390, 22M12, MG580 e 10A40 foram considerados

deterrentes para a alimentação. E, enquanto que para o grupo 2 os genótipos que apresentaram deterrência foram K9960, NS 77, IAC 8390 e Supremo Tg (Figura 2).

Tabela 4. Atratividade nos diversos tempos de amostragem e média ($\pm$ EPM) de adultos de *Diceraeus melacanthus* em genótipos de milho em teste com chance de escolha para o grupo 2.

Genótipos	15	30	1h	3h	6h
Supremo Tg	0,3 $\pm$ 0,21	0,4 $\pm$ 0,22	0,4 $\pm$ 0,22	0,3 $\pm$ 0,15	0,0 $\pm$ 0,00 b
Supremo vip	0,8 $\pm$ 0,13	0,5 $\pm$ 0,17	0,4 $\pm$ 0,16	0,3 $\pm$ 0,15	1,0 $\pm$ 0,33 a
K9960	0,5 $\pm$ 0,22	0,9 $\pm$ 0,35	0,4 $\pm$ 0,16	0,5 $\pm$ 0,31	0,7 $\pm$ 0,60 b
NS 77	0,4 $\pm$ 0,16	0,3 $\pm$ 0,15	0,3 $\pm$ 0,15	0,0 $\pm$ 0,00	0,4 $\pm$ 0,22 b
2B512	0,4 $\pm$ 0,16	0,8 $\pm$ 0,20	0,7 $\pm$ 0,15	0,4 $\pm$ 0,22	0,7 $\pm$ 0,21 a
2B610	0,5 $\pm$ 0,27	0,8 $\pm$ 0,47	0,8 $\pm$ 0,47	0,5 $\pm$ 0,22	1,2 $\pm$ 0,47 a
30A37	0,5 $\pm$ 0,22	0,4 $\pm$ 0,16	0,1 $\pm$ 0,10	0,1 $\pm$ 0,10	0,6 $\pm$ 0,22 a
IAC8046	0,7 $\pm$ 0,40	0,8 $\pm$ 0,42	0,9 $\pm$ 0,41	0,8 $\pm$ 0,33	1,1 $\pm$ 0,28 a
IAC8390	0,2 $\pm$ 0,13	0,3 $\pm$ 0,15	0,4 $\pm$ 0,22	0,4 $\pm$ 0,22	0,1 $\pm$ 0,10 b
F	1,0017	0,6984	1,0387	1,1611	2,9269
p-valor	0,4414 ^{ns}	0,6919 ^{ns}	0,4144 ^{ns}	0,3328 ^{ns}	0,0063*
Genótipos	12 h	24 h	48 h	72 h	Média
Supremo Tg	0,6 $\pm$ 0,40	0,4 $\pm$ 0,22	0,1 $\pm$ 0,10 b	0,2 $\pm$ 0,13	0,30 $\pm$ 0,06 c
Supremo vip	0,8 $\pm$ 0,39	0,9 $\pm$ 0,31	0,9 $\pm$ 0,41 a	0,7 $\pm$ 0,60	0,70 $\pm$ 0,10 b
K9960	0,1 $\pm$ 0,10	0,2 $\pm$ 0,20	0,2 $\pm$ 0,13 b	0,1 $\pm$ 0,10	0,40 $\pm$ 0,09 c
NS 77	0,3 $\pm$ 0,15	0,4 $\pm$ 0,31	0,6 $\pm$ 0,40 b	0,6 $\pm$ 0,27	0,37 $\pm$ 0,07 c
2B512	1,0 $\pm$ 0,54	1,4 $\pm$ 0,40	0,6 $\pm$ 0,22 a	0,4 $\pm$ 0,16	0,71 $\pm$ 0,09 b
2B610	2,0 $\pm$ 0,60	1,7 $\pm$ 0,60	1,8 $\pm$ 0,47 a	0,6 $\pm$ 0,40	1,10 $\pm$ 0,15 a
30A37	0,5 $\pm$ 0,27	0,7 $\pm$ 0,30	0,7 $\pm$ 0,21 a	1,0 $\pm$ 0,33	0,51 $\pm$ 0,07 c
IAC8046	0,9 $\pm$ 0,43	0,8 $\pm$ 0,29	0,8 $\pm$ 0,25 a	0,4 $\pm$ 0,16	0,80 $\pm$ 0,10 b
IAC8390	0,4 $\pm$ 0,22	0,5 $\pm$ 0,31	0,3 $\pm$ 0,21 b	0,4 $\pm$ 0,27	0,33 $\pm$ 0,06 c
F	2,0073	1,9405	2,9134	1,1199	6,9222
p-valor	0,0557 ^{ns}	0,0649 ^{ns}	0,0065*	0,3589 ^{ns}	<0,001*

*Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, EPM = Erro Padrão da Média.

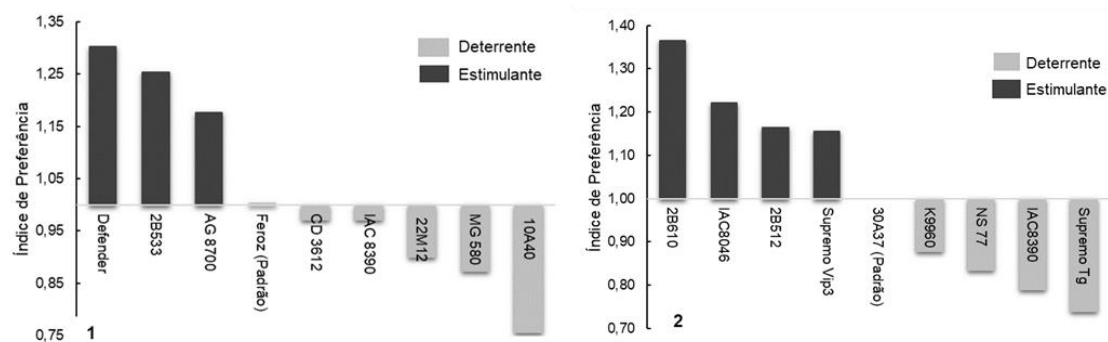


Figura 2. Índice de preferência dos grupos 1 e 2 do percevejo *Diceraeus melacanthus* em genótipos de milho em teste com chance de escolha.

Para o grupo 3 as avaliações de 30 min, 6h e 72h apresentaram diferenças significativas, sendo que as maiores atratividades foram para os genótipos 2B610, 10A40 e MG580 aos 30 minutos. Na avaliação de 6h os genótipos mais atrativos foram 10A40, Defender, 2B610 e IAC 8390, e às 72h o genótipo mais atrativo foi 2B610 (Tabela 5).

Tabela 5. Atratividade em diversos tempos de amostragem e média ($\pm$ EPM) de adultos de *Diceraeus melacanthus* em genótipos de milho em teste com chance de escolha para o grupo 3.

Genótipos	15	30	1h	3h	6h
10A40	0,6 $\pm$ 0,27	0,6 $\pm$ 0,27 a	0,3 $\pm$ 0,15	0,1 $\pm$ 0,10	0,5 $\pm$ 0,22 a
Defender	0,5 $\pm$ 0,31	0,2 $\pm$ 0,20 b	0,2 $\pm$ 0,20	0,1 $\pm$ 0,10	0,5 $\pm$ 0,22 a
Supremo Tg	0,2 $\pm$ 0,13	0,1 $\pm$ 0,10 b	0,4 $\pm$ 0,16	0,1 $\pm$ 0,10	0,0 $\pm$ 0,00 b
CD 3612	0,4 $\pm$ 0,22	0,4 $\pm$ 0,31 b	0,5 $\pm$ 0,40	0,1 $\pm$ 0,10	0,0 $\pm$ 0,00 b
K9960	0,3 $\pm$ 0,15	0,3 $\pm$ 0,15 b	0,4 $\pm$ 0,16	0,0 $\pm$ 0,00	0,1 $\pm$ 0,10 b
NS 77	0,0 $\pm$ 0,00	0,2 $\pm$ 0,20 b	0,2 $\pm$ 0,20	0,1 $\pm$ 0,10	0,1 $\pm$ 0,10 b
2B610	0,8 $\pm$ 0,39	0,9 $\pm$ 0,31 a	0,7 $\pm$ 0,30	0,3 $\pm$ 0,15	0,5 $\pm$ 0,17 a
MG 580	0,5 $\pm$ 0,17	0,6 $\pm$ 0,16 a	0,4 $\pm$ 0,16	0,0 $\pm$ 0,00	0,1 $\pm$ 0,10 b
30A37	0,0 $\pm$ 0,00	0,1 $\pm$ 0,10 b	0,0 $\pm$ 0,00	0,0 $\pm$ 0,00	0,1 $\pm$ 0,10 b
IAC8390	0,2 $\pm$ 0,13	0,2 $\pm$ 0,13 b	0,4 $\pm$ 0,22	0,0 $\pm$ 0,00	0,4 $\pm$ 0,22 a
F	1,6655 ^{ns}	2,0639	1,0403	1,1515	2,3133
p-valor	0,109	0,041*	0,4148 ^{ns}	0,3358 ^{ns}	0,02172*
Genótipos	12 h	24 h	48 h	72 h	Média
10A40	0,3 $\pm$ 0,15	0,9 $\pm$ 0,31	0,3 $\pm$ 0,21	0,4 $\pm$ 0,07 b	0,3 $\pm$ 0,15 b
Defender	0,5 $\pm$ 0,27	0,6 $\pm$ 0,31	0,2 $\pm$ 0,13	0,3 $\pm$ 0,07 b	0,4 $\pm$ 0,16 b
Supremo Tg	0,3 $\pm$ 0,21	0,1 $\pm$ 0,10	0,2 $\pm$ 0,13	0,1 $\pm$ 0,04 c	0,3 $\pm$ 0,15 b
CD 3612	0,2 $\pm$ 0,13	0,3 $\pm$ 0,15	0,3 $\pm$ 0,21	0,2 $\pm$ 0,07 c	0,4 $\pm$ 0,22 b
K9960	0,1 $\pm$ 0,10	0,1 $\pm$ 0,10	0,0 $\pm$ 0,00	0,1 $\pm$ 0,04 c	0,1 $\pm$ 0,10 b
NS 77	0,2 $\pm$ 0,13	0,1 $\pm$ 0,10	0,6 $\pm$ 0,34	0,1 $\pm$ 0,06 c	0,2 $\pm$ 0,13 b
2B610	0,1 $\pm$ 0,10	0,7 $\pm$ 0,40	0,4 $\pm$ 0,22	0,5 $\pm$ 0,09 a	0,7 $\pm$ 0,15 a
MG 580	0,3 $\pm$,15	0,3 $\pm$ 0,15	0,2 $\pm$ 0,13	0,3 $\pm$ 0,05 b	0,7 $\pm$ 0,21 a
30A37	0,0 $\pm$ 0,00	0,3 $\pm$ 0,15	0,4 $\pm$ 0,22	0,1 $\pm$ 0,04 c	0,2 $\pm$ 0,13 b
IAC8390	0,0 $\pm$ 0,00	0,1 $\pm$ 0,10	0,1 $\pm$ 0,10	0,1 $\pm$ 0,04 c	0,1 $\pm$ 0,10 b
F	0,9632	1,5885	0,5758	5,890	1,9606
p-valor	0,4757 ^{ns}	0,1306 ^{ns}	0,8137 ^{ns}	<0,001*	0,05321*

*Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, EPM = Erro Padrão da Média.

Quanto a atratividade média destacou-se 2B610 e MG 580 com maiores médias do número de insetos atraídos (Tabela 5). Estes mesmos genótipos foram considerados estimulantes para a alimentação quando avaliados pelo índice de preferência (Figura 3).

O fator número de puncturas apresentou diferenciação entre os genótipos, sendo 2B512, AG 8700 e IAC 8046 aqueles que apresentaram maior número de puncturas, enquanto Defender, Supremo Tg, CD 3612 e NS 77 foram aqueles que apresentaram menores números médios de puncturas, embora não tenham diferido estatisticamente dos demais (Tabela 6).

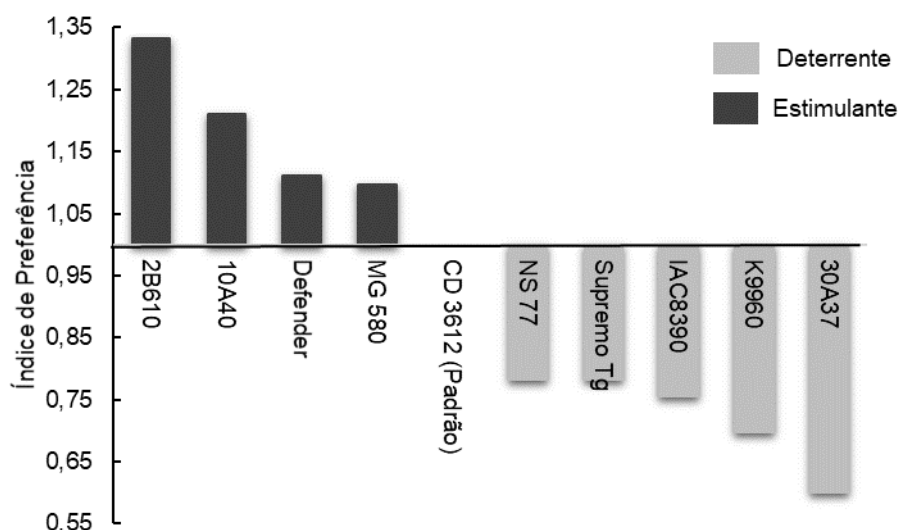


Figura 3. Índice de preferência do grupo 3 do percevejo *Diceraeus melacanthus* em genótipos de milho em teste com chance de escolha.

Outro fator morfológico estudado foi a dureza de colmo e, dentre todos genótipos, 2B512, 2B610, Defender, 22M12, Supremo Vip e Supremo Tg foram aqueles com maior dureza (Tabela 6).

Para o fator físico cor, dentre os três componentes avaliados o ângulo Hue não apresentou diferença significativa entre os genótipos, considerando que esse componente está relacionado propriamente a cor verde. Para luminosidade (L^*) os genótipos K9960, 30A37, CD 3612, Feroz, AG8700, 10A40, IAC 8046 e 22M12 apresentaram os maiores valores, e diferiram estatisticamente dos demais. Estes mesmos genótipos se correlacionaram aos valores de chroma, apresentando também os maiores valores para esse componente (Tabela 6).

Observou-se correlação significativa e negativa entre a dureza de colmo e os parâmetros colorimétricos L^* e chroma. Em geral, os genótipos com maior dureza apresentaram menores valores de L^* e chroma, indicando que plantas mais duras são mais escuras (Tabela 7). Outro fator que apresentou correlação

negativa com a dureza foi o número de puncturas, no entanto, não apresentou significância.

Tabela 6. Número de puncturas, dureza de colmo e fatores relacionados a cor de plantas de milho expostas ao percevejo *Diceraeus melacanthus*.

Genótipos	Nº de puncturas ¹	Dureza do colmo (Kgf/cm ²) ¹	Cor		
			L*	Hue	Chroma ²
22M12	7,00±4,00 b	10,21±0,75 a	39,01±1,20 a	178,78±0,02a	23,74±1,68 a
10A40	6,00±2,07 b	9,05±0,78 a	37,55±0,59 a	178,80±0,02 a	21,98±0,89 a
Feroz	8,00±1,76 b	7,10±0,53 b	37,12±0,65 a	178,79±0,02 a	22,54±1,16 a
Defender	4,00±0,82 b	10,39±0,71 a	35,37±0,80 b	178,83±0,02 a	20,81±1,43 b
Supremo Tg	4,50±1,61 b	9,52±0,70 a	35,14±0,70 b	178,83±0,02 a	20,39±1,23b
Supremo Vip	6,88±1,54 b	9,53±0,38 a	34,91±0,75 b	178,91±0,08 a	19,66±1,80 b
CD 3612	5,50±1,61 b	7,43±0,70 b	37,08±0,92 a	178,91±0,10 a	18,38±1,44 a
K9960	5,88±1,38 b	7,49±0,61 b	36,32±0,71 a	178,81±0,01 a	20,96±0,97 a
AG 8700	14,12±2,84 a	6,73±0,52 b	37,27±0,86 a	178,79±0,01 a	23,27±1,20 a
NS 77	5,00±1,29 b	6,93±0,65 b	36,91±1,35 b	178,82±0,02 a	22,09±1,37 a
2B533	7,00±2,29 b	7,31±0,71b	33,88±0,87b	178,84±0,02 a	18,31±1,11 b
2B512	9,62±2,44 a	10,56±0,56 a	35,13±0,98 b	178,87±0,02 a	17,40±1,28 b
2B610	8,00±1,03 b	10,50±0,81 a	34,14±0,65 b	178,86±0,01 a	17,51±1,05 b
MG 580	5,75±0,75 b	9,03±0,41 a	34,41±0,79 b	178,88±0,02 a	15,30±1,36 b
30A37	7,88±2,53 b	7,51±0,63 b	36,89±0,59 a	178,85±0,02 a	18,23±1,28 a
IAC 8046	5,75±1,08 b	5,57±0,90 b	38,78±1,46 a	178,77±0,02 a	23,72±1,01 a
IAC 8390	14,12±3,24 a	6,33±1,00 b	34,82±0,74 b	178,83±0,01 a	20,04±1,12 b
F	1,9384	5,7196	3,0554	1,4778	3,6974
p-valor	0,0231*	<0,0001*	<0,0001*	0,1145 ^{ns}	<0,0001*

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferiram estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; na = não significativo; ¹ transformado em raiz quadrada + 1; ²transformado em log x + 0,5; L = luminosidade; Hue = ângulo Hue.

Tabela 7. Correlação entre os fatores atratividade, luminosidade (L*), ângulo Hue (Hue), Chroma, dureza de colmo e número de puncturas (NPT).

	Atratividade	L*	Hue	Chroma	NPT
Dureza	0,1181793 0,1248	-0,2085334 0,0063	0,1483285 0,0535	-0,1898057 0,0131	-0,1353424 0,0784
NPT	-0,04805352 0,5338	0,02489809 0,7472	0,07598796 0,3251	-0,05914185 0,4436	
Chroma	-0,0464491 0,5475	0,6621006 <0,0001	-0,7268138 <0,0001		
Hue	0,1029532 0,1816	-0,2840046 0,0001			
L*	-0,0489053 0,5265				

Todos os parâmetros colorimétricos apresentaram correlação significativa entre si, com tendência positiva entre Chroma e L* e negativa entre ambos e o ângulo Hue, ou seja, genótipos com maiores valores de L* e Chroma se correlacionavam aumentando concomitantemente. Já para com o ângulo Hue a tendência foi inversamente proporcional.

A atratividade não apresentou correlação significativa com nenhum dos fatores estudados.

4. Discussão

Constantemente estudos são realizados com intuito de buscar genótipos de milho que apresentem características de resistência a insetos herbívoros. Plantas resistentes destacam-se como importante estratégia a ser utilizada no manejo pragas, pois não são poluentes, acarretam menos interferência no ecossistema e apresentam efeito persistente (Lara, 1991; Boiça Junior et al., 2018).

A resistência por antixenose pode ocorrer devido à fatores químicos e/ou biofísicos das plantas que afetam o comportamento dos insetos (Smith e Clement, 2012). Dentre os genótipos de milho estudados, alguns se destacaram por serem menos atrativos e preferidos para alimentação no teste com chance de escolha, sendo eles 30A37, K9960, IAC 8390, NS 77 e supremo Tg. Para os testes de atratividade e preferência alimentar sem chance de escolha, os genótipos que se destacaram por serem menos preferidos por *D. melacanthus* foram 30A37, IAC 8390, IAC 8046 e Defender.

Características morfológicas das plantas, como a dureza do tecido vegetal pode ser responsável por promover a resistência por antixenose (Santiago et al., 2013). Embora esta característica seja observada especialmente para insetos mastigadores, sugere-se também que possa influenciar a capacidade alimentar de insetos sugadores, devido estarem atreladas a capacidade de inserção no aparelho bucal do inseto na planta. O presente estudo sugere que esse fator pode ter influenciado na não preferência dos percevejos pelos genótipos

Defender e Supremo Tg, pois estão entre aqueles que apresentaram maiores valores para dureza do colmo (Tabela 6).

O nível de dureza do tecido vegetal implica em parede celular espessa ou com maiores quantidades de fibras. A celulose, hemicelulose e lignina são os componentes da fibra e conferem resistência mecânica à ação de cortar ou mastigar das mandíbulas dos insetos, além de reduzir a qualidade nutricional do alimento (Santiago et al., 2013). Pode-se inferir que a dureza do tecido vegetal também pode afetar a penetração do estilete de insetos sugadores. Complementando os resultados de dureza encontrados para os genótipos Defender e Supremo Tg, que apresentaram em torno de 70% menos puncturas ocasionadas pelo percevejo do que o genótipo mais alimentado (Tabela 6), fato que contribui com a hipótese de resistência por antixenose para estes genótipos.

Pelos valores atribuídos a partir da análise de correlação observou-se tendência de que genótipos com maior dureza de colmo apresentassem menores quantidades de puncturas (Tabela 7), confirmando a hipótese de que a dureza do colmo influencia na alimentação do percevejo.

Alguns estudos avaliaram o efeito da dureza do tecido vegetal do milho na redução de injúrias ocasionadas por insetos. Bergvinson et al. (1994) quantificaram a tenacidade de folhas de milho e observaram correlação negativa deste fator com os danos ocasionados pela broca do colmo Europeia (*Ostrinia nubilalis* (Hübner)). Estudos de Hedin et al. (1984) demonstraram que linhagens de milho resistentes a broca do milho (*Diatraea grandiosella* Dyar) tem maiores quantidades de hemicelulose e fibra bruta, sendo negativamente correlacionada com os danos alimentares ocasionados pela praga.

O percevejo *D. melacanthus* tem preferência de se alimentar na base do colmo das plantas, e em geral, as regiões mais distantes do ápice tendem a ser mais lignificadas, como observado por Hoffman e McEvoy (1985) em plantas de *Anaphalis margaritacea* L., fato este que, conjuntamente a genótipos que já apresentam elevada resistência, limita ainda mais a alimentação do inseto.

Já o genótipo IAC 8390 que também manifestou efeito antixenótico ao percevejo *D. melacanthus*, não se destacou quanto as características morfológicas de dureza do tecido, para que pudesse atribuir a resistência a esse fator. Pode-se inferir que, provavelmente fatores relacionados a constituintes

químicos desse genótipo apresente maior efeito na deterrência para a alimentação ao percevejo.

Estudos conduzidos por Bueno et al. (2020) com *D. melacanthus* concluíram que o genótipo de milho IAC 8390 também apresentou expressão de antixenose a este percevejo, resultados que corroboram com os encontrados neste trabalho. Além disso, outros estudos comprovam a resistência do genótipo IAC 8390 a outros organismos como o nematoide *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Goodey (Nikuma et al., 2012) e o fungo *Puccinia polysora* Underw (Dudienas et al., 2017). Mas, em ambos os trabalhos as causas da resistência também não foram elucidadas.

O genótipo IAC 8390 também expressou antixenose, além de antibiose para *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott), reduzindo a oviposição do inseto e a viabilidade larval (Faria, 2020). Todos estes achados indicam grande potencial para o genótipo IAC 8390 no manejo de pragas, no entanto, mais estudos devem ser conduzidos para encontrar a principal característica de resistência deste genótipo.

A característica colorimétrica das plantas também é um importante fator para seleção de plantas hospedeiras, no entanto, este tópico é raramente estudado (Cunningham e Zalucki, 2014), principalmente quanto a insetos sugadores. Os parâmetros relacionados a cor das plantas de milho estudados apresentaram diferenças estatísticas entre os genótipos ($F = 3,697$; $p = <0,0001$), sendo que, os genótipos menos atraídos pelos insetos foram correlacionados com menores valores de L^* e Chroma, indicando que o percevejo foi atraído por plantas com coloração mais escura.

Como já mencionado, raros são os estudos relacionando com a coloração da planta e a preferência alimentar de insetos, no entanto alguns estudos foram conduzidos quanto a preferência por oviposição. Mercader et al. (2007) observaram maior oviposição de *Papilio glaucus* L. em plantas verde escuras em comparação a mais claras. Em contraste Schlick-Souza et al. (2018) observaram menores índices de oviposição para genótipos com cores mais escuras para *Chrysodeixis includens* (Walker) em soja.

Como são raros estudos de mapeamento de loci com características quantitativas e linhagens transgênicas relacionadas a resistência de insetos sugadores no milho, deve-se aproveitar ao máximo o uso da variação natural de

resistência no melhoramento de plantas de milho (Meihls et al. 2012), demonstrando a relevância do estudo em questão.

5. Conclusões

Conclui-se que os genótipos 30A37, IAC 8390, Defender, NS 77 e Supremo Tg apresentaram maior efeito antixenótico ao percevejo *D. melacanthus*. Sugere-se que Defender e Supremo Tg apresentaram este efeito devido a possíveis características morfológicas, como a dureza do tecido vegetal. Embora o genótipo IAC 8390 também apresente grande potencial de resistência não foi possível atribuir suas causas, dentre as características estudadas, supondo que outros fatores sejam responsáveis pela resistência. Desta forma, estudos complementares devem ser conduzidos para avaliar outras possíveis causas de resistência, como as químicas, que possam estar influenciando estes genótipos.

6. Referências

- Aguirre LA, Hernández-Juarez A, Flores M, Cerna E, Landeros J, Frías GA, Harris MK (2016) Evaluation of foliar damage by *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to genetically modified corn (Poales: Poaceae) in Mexico. **Florida Entomologist** 99:276-280.
- Andrioli I, Centurion JF (1999) Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., Brasília, 1999. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.1-4.
- Baldin ELL, Pannuti AER, Bentivenha JPF (2019) Antixenose. In.: Baldin ELL, Vendramim JD, Lourenção AL (Eds.) **Resistência de plantas a insetos: fundamentos e aplicações**. Piracicaba: FEALQ, p. 137-183.
- Bergvinson DJ, Hamilton RI, Arnason JT (1994) Leaf profile of maize resistance factors to European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. *Journal of Chemical Ecology* 21:343-354. <https://doi.org/10.1007/BF02036722>.
- Boiça Junior, AL, Freitas CA, Freitas MM, Nogueira L, Di Bello MM, Fonseca SS, Eduardo WI (2018) Estratégias de defesa de plantas a insetos. In: Castilho RC, Truzzi CC, Pinto CPG (Eds.) **Tópicos em Entomologia Agrícola – XI**. Jaboticabal: Gráfica e Editora Multipress, p.71-93.

Bueno NM, Baldin ELL, Canassa VF, Ribeiro L do P, Silva IF da, Lourenção AL, Koch RL (2020) Characterization of Antixenosis and Antibiosis of Corn Genotypes to *Dichelops melacanthus* Dallas (Hemiptera: Pentatomidae). **Gesunde Pflanzen** 67–76. doi:10.1007/s10343-020-00529-z.

Canassa VF, Baldin ELL, Bentivenha JPF, Pannuti LER, Lourenção AL (2017) Resistance to *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) in soybean genotypes of different maturity groups. **Bragantia** 76:257-265. doi:10.1590/1678-4499.068.

Cunningham JP, Zalucki MP (2014) Understanding *Heliothine* (Lepidoptera: Heliothinae) Pests: What is a Host Plant? **Journal of Economic Entomology** 107:881-896. doi:https://doi.org/10.1603/EC14036

Diaz-Montano J, Fail MD, Nault B, Shelton A (2012) Characterization of resistance, evaluation of the attractiveness of plant odors, and effect of leaf color on different onion cultivars to onion thrips (Thysanoptera: Thripidae). **Journal of economic entomology** 105:632-641. https://doi.org/10.1603/EC11233

Dudienas C, Duarte AP, Gallo PB, Dias de Sá LA (2017) Severidade de *Puccinia polysora* Undrew. em milho no estado de São Paulo, na safra 2015/2016. In: XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA. **Resumos...** Campinas: Instituto Agrônômico.

Faria RD (2020) **Resistência de genótipos de milho Bt e não-Bt a *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) e mollicutes**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Unesp, Botucatu.

Fernandes PHR, Ávila CJ, da Silva IF, Zulin D (2020) Damage by the green-belly stink bug to corn. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira** 55. doi:10.1590/S1678-3921.PAB2020.V55.01131

Hedin PA, Davis FM, Williams WP, Salin ML (1984) Possible factors of leaf feeding resistance in corn to the Southwestern corn borer. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 32:262–267.

Hoffman G, McEvoy PB (1985) Mechanical limitations on feeding by meadow spittlebugs *Philaenus spumarius* (Homoptera: Cercopidae) on wild and cultivated host plants. **Ecological Entomology** 10:415–426. doi:10.1111/j.1365-2311.1985.tb00739.x.

Kogan M, Goeden RD (1970) The host-plant ranger of *Lema trilineata daturaphila* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Annals of the Entomological Society of America** 63:1175-1180.

Lara FM (1991)(ed.) **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo, Ícone, 336p.

McGuire RG (1992) Reporting of Objective Color Measurements. **HortScience** 27:1254-1255. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.12.1254.

Meihls LN, Kaur H, Jander G (2012): Natural variation in maize defense against insect herbivores. **Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology** 77:269–283. doi:10.1101/sqb.2012.77.014662.

Mercader RJ, Scriber JM (2007) Diversification of host use in two polyphagous butterflies: differences in oviposition specificity or host rank hierarchy? **Entomologia Experimentalis et Applicata** 125:89-101. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1570-7458.2007.00598.x>.

Minolta K (1998) **Precise color communication: color control from perception to instrumentation**. Konica Minolta Sensing Inc. Osaka, Japão.

Nikuma H, Dias I, Paes VS, Silva A, Vendramini A, Soares PLM (2012) Avaliação da resistência de genótipos de milho e sorgo ao nematoide das lesões, *Pratylenchus brachyurus*. **Ciência & Tecnologia** 4:1-5.

Peeters PJ (2002) Correlations between leaf constituent levels and the densities of herbivorous insect guilds in an Australian forest. **Austral Ecology** 27:658–671. doi:10.1046/j.1442-9993.2002.01227.x.

Roa CN, Panwar V (2000) Morphological plant characters affecting resistance to *Chilo partellus* in maize. **Annals of Plant Protection Sciences** 8:145-149.

Rossetto CJ, Lourenção AL (1981) Picadas de alimentação de *Nezara viridula* em cultivares e linhagens de soja de diferentes graus de suscetibilidade. **Bragantia** 40:109-114.

R Core Team (2019) **R: A language and environment for statistical computing**. R foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Santiago R, Barros-Rios J, Malvar RA (2013) Impact of cell wall composition on maize resistance to pests and diseases. **International Journal of Molecular Sciences** 14:6960–6980. doi:10.3390/ijms14046960.

Schlick-Souza EC, Baldin ELL, Lourenção AL (2011) Variation in the host preferences and responses of *Ascia monuste orseis* Godart (Lepidoptera: Pieridae) to cultivars of collard greens *Brassica oleracea* (L.) var. acephala. **Journal of Pest Science** 84:429-436.

Schlick-Souza EC, Baldin ELL, Morando R, Lourenção AL (2018) Antixenosis to *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) among soybean genotypes. **Bragantia** 77:124-133. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.2016449>

Schoonhoven, L.M., Van Loon, J.J.A. and Dicke, M. (2005) *Insect Plant Biology*. Oxford University Press, Oxford, 421 p.

Smith CM, Clement SL (2012) Molecular bases of plant resistance to arthropods. **Annual Review of Entomology** 57:309–328. doi:10.1146/annurev-ento-120710-100642.

Vaishampayan SM, Waldbauer GP, Kogan M (1975) Visual and olfactory responses in orientation to plants by greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). **Entomologia Experimentalis et Applicata** 18: 412-422. DOI:10.1111/j.1570-7458.1975.tb00418.x

CAPÍTULO 3 –Seleção de genótipos de milho por resistência constitutiva na categoria por tolerância a *Diceraeus melacanthus*

RESUMO – A tolerância é um dos mecanismos de resistência que permite com que a planta suporte a herbivoria de insetos. Neste estudo foi avaliado a tolerância de 17 genótipos de milho em relação a herbivoria do percevejo *Diceraeus melacanthus*. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, com plântulas nos estádios V2, que foram infestadas pelo percevejo durante 72 horas, seguindo avaliações aos 5 e 10 dias após infestação. Neste trabalho foi proposto uma nova escala de notas de injúria com expansão das notas, adaptada da escala normalmente utilizada com notas de 0 a 4, para uma nova escala de notas de 0 a 7, na qual foram descritos detalhadamente os sintomas. Identificou-se que os genótipos Defender, AG 8700, CD 3612, 2B533 e IAC 8046 apresentaram potencial resistência por tolerância, por serem pouco danificados pela alimentação do percevejo, apresentando menores reduções no desenvolvimento da planta e menores notas de injúria.

Palavras-chave: Herbivoria, injúria, percevejo barriga-verde, *Zea mays* L.

CHAPTER 3 – Selection of maize genotypes by constitutive resistance in the tolerance category to *Diceraeus melacanthus*

ABSTRACT – Tolerance is one of the resistance mechanisms that allows the plant to withstand insect herbivory. In this study, the tolerance of 17 corn genotypes in relation to herbivory by the stink bug *Diceraeus melacanthus* was evaluated. The experiments were conducted in a greenhouse, with seedlings at V2 stages, which were infested by the stink bug for 72 hours, followed by evaluations at 5 and 10 days after infestation. In this work, a new injury rating scale was proposed with an expansion of grades, adapted from the normally used scale with grades from 0 to 4, to a new rating scale from 0 to 7, in which the symptoms were described in detail. It was identified that the genotypes Defender, AG 8700, CD 3612, 2B533 and IAC 8046 showed potential resistance through tolerance, as they were little damaged by stink bug feeding, presenting smaller reductions in plant development and lower injury scores.

Keywords: Herbivory, injury, green-belly stink bug, *Zea mays* L.

1. Introdução

Nas últimas décadas o percevejo *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) tornou-se importante praga na cultura do milho, causando danos acentuados e reduções na produtividade (Duarte et al., 2015; Fernandes et al., 2020). Este inseto é considerado a segunda espécie de percevejo mais abundante nos Neotrópicos (Panizzi et al., 2022).

A fase inicial de desenvolvimento da cultura que compreende entre a emergência das plantas até os estádios V3/V4 é o período crítico de ataque do inseto (Toledo et al., 2021), causando danos consideráveis às plantas.

Injúrias ocasionadas por *D. melacanthus* no milho se caracterizam por folhas retorcidas e com pontuações, danos no cartucho (encharutamento), perfilhos anormais, redução do porte e diâmetro de colmo que contribuem com perdas de produtividade (Fernandes et al., 2020; Lopes de Toledo et al., 2021). As injúrias ocasionadas durante o processo de alimentação são reflexo da penetração do estilete nos tecidos da planta, que podem atingir o meristema apical e comprometer seu desenvolvimento. Além disso, a secreção de saliva tóxica implica na degradação das células vegetais e alterações do mecanismo fisiológicos das plantas (Panizzi e Lucini, 2019).

Vários trabalhos demonstraram a perda de produtividade da cultura devido à alimentação dos percevejos do gênero *Diceraeus*. Chiaradia et al. (2016) observaram aumento linear de plantas com sintoma de ataque de *D. furcatus* em função do aumento populacional e consequente redução da produtividade, chegando a 11,5% de redução com a média de um único percevejo por metro. Duarte et al. (2015) também observaram perda do potencial produtivo da cultura com infestação de *D. melacanthus* nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura. Em ambos trabalhos, o nível de dano econômico deste inseto para a cultura do milho foi de um percevejo por metro linear.

Dessa forma, *D. melacanthus* é considerado praga com alto potencial de dano para a cultura do milho, pois prejudica o desenvolvimento inicial das plantas tornando-as menos vigorosas e produtivas (Bridi et al., 2016).

O controle químico é a estratégia mais utilizada para o controle de *D. melacanthus* (Ávila e Duarte, 2012). No entanto, são enfrentadas dificuldades no manejo deste inseto na lavoura, devido principalmente ao hábito comportamental

e constantes erros no momento correto de aplicação de produtos químicos (Silva et al., 2021).

A tolerância de plantas, conciliada às estratégias de controle já existentes podem contribuir para maior eficiência no manejo desse percevejo. Plantas tolerantes são capazes de resistir a injúrias ocasionadas por insetos e podem ser combinada as estratégias no manejo integrado de pragas, reduzindo assim as perdas ocasionadas por insetos (Koch et al., 2016).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a resistência constitutiva por tolerância em genótipos de milho ao percevejo *D. melacanthus*.

2. Material e Métodos

Os experimentos de tolerância foram conduzidos em casa de vegetação e a criação dos insetos no Laboratórios de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Ciências da Produção Agrícola da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/FCAV, Jaboticabal, SP, Brasil.

2.1 Criação dos insetos

A criação de *D. melacanthus* foi iniciada com insetos coletados no campo, na fazenda da UNESP/FCAV município de Jaboticabal - São Paulo (21°15'00.6"S; 48°17'04.7"W") e no município de Formosa do Oeste – Paraná (24°15'59.8"S; 53°19'33.4"W), em área de cultivo de grãos. Outra parte dos insetos foram adquiridas da empresa PROMIP (Engenheiro Coelho –SP). A intenção da mescla das populações foi de aumentar a variabilidade genética e evitar o definhamento da população. Todos os insetos foram identificados com base em suas características morfológicas.

A criação foi mantida no laboratório de Resistência de Plantas a Insetos da UNESP/FCAV, sob condições controladas de temperatura ($25 \pm 3^{\circ}\text{C}$), umidade relativa ($65 \pm 10\%$ UR) e fotoperíodo (14L). Os percevejos foram alimentados *ad libitum* com dieta natural composta por vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), frutos de ligustro (*Ligustrum lucidum* L.) e quiabo

(*Abelmoschus esculentus* L.), sementes secas de soja (*Glycine max* Merrill.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.) de acordo com metodologia adaptada de Canassa et al, (2017).

Adultos de *D. melacanthus* foram criados em arenas de acrílico (30 × 30 × 40 cm) vedadas na parte frontal com tecido “voile” para aeração e forradas com papel filtro. Ademais, dentro das arenas de criação foram dispostos os alimentos e chumaços de algodão, utilizado como substrato para postura.

Os ovos foram coletados diariamente e acondicionados em placas de Petri (9 cm de diâmetro) até eclosão das ninfas. Ninfas de segundo ínstar foram acondicionadas em caixas plásticas (10 × 15 × 30 cm) até o quinto instar, e alimentadas com a mesma dieta dos adultos, posteriormente transferidas para gaiolas de acrílico. A partir da segunda geração os percevejos adultos foram utilizados nos bioensaios.

2.2 Condução do bioensaio de tolerância

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) em esquema de parcela subdividida no tempo (17 × 2 × 2), com cinco repetições. O primeiro fator corresponde aos diferentes genótipos de milho avaliados (Tabela 1), o segundo fator a presença ou não do percevejo nas plantas (infestada e testemunha) e o terceiro fator é referente ao tempo de avaliação da planta após alimentação do percevejo (cinco e dez dias).

Os genótipos foram semeados em copos plásticos de 500 mL preenchidos com mistura de solo (Latosolo Vermelho distrófico) (Andrioli e Centurion, 1999), areia e composto orgânico nas proporções de 3:1:1, a profundidade de um centímetro. Foi conduzida apenas uma planta por copo, representando uma repetição. As plantas no estágio V2 foram infestadas por 72 horas com um casal de percevejo adulto, e recobertas por arenas de tecido “voile”. As plantas testemunhas de cada genótipo apresentavam a mesma idade e foram conduzidas em casas de vegetação separadas e distantes dos outros tratamentos. O distanciamento foi necessário para não haver emissão de compostos voláteis que pudessem influenciar na resistência.

Após a retirada dos percevejos estabeleceu-se dois períodos de avaliação das plantas, aos cinco e dez dias após a remoção dos insetos. Foi realizada avaliação dos parâmetros morfológicos das plantas, tanto das testemunhas quanto dos tratamentos, sendo estes, altura de planta, diâmetro de colmo, comprimento de raiz, massa seca da parte aérea, massa seca de raiz e nota de injúria, seguindo uma escala visual de notas estabelecida por Bianco (2001) com adaptações que diferenciaram detalhadamente as injúrias.

Tabela 1. Genótipos de milho testados no experimento com respectivas empresas e tecnologias empregadas.

Genótipos	Empresa	Transgênico/Comercial	Proteínas
22M12	Sempre	Viptera	Vip3Aa20
10A40	Sempre	Top	--
Feroz	Syngenta	Viptera 3	(Cry1Ab, Vip3Aa20)
Defender	Syngenta	Viptera	Vip3Aa20
Supremo	Syngenta	Tg	--
Supremo	Syngenta	Viptera 3	(Cry1Ab, Vip3Aa20)
CD 3612	Coodetec	Power Core	(Cry1F, Cry1A.105 , Cry2Ab2) e (CP4 EPSPS, PAT)
K9960	KWS	Viptera 3	(Cry1Ab, Vip3Aa20)
AG 8700	Agrocere	VT PRO 3	(Cry1A.,105, Cry2Ab2, Cry3Bb1)
NS 77	Nidera Sementes	PRO 2	Cry1A.,105, Cry2Ab2)
2B533	Forseed	Power Core	(Cry1F, Cry1A.105 , Cry2Ab2) e (CP4 EPSPS, PAT)
2B512	Forseed	Power Core	(Cry1F, Cry1A.105 , Cry2Ab2) e (CP4 EPSPS, PAT)
2B610	Forseed	Power Core	(Cry1F, Cry1A.105 , Cry2Ab2) e (CP4 EPSPS, PAT)
MG 580	Morgan	Power Core	(Cry1F, Cry1A.105 , Cry2Ab2) e (CP4 EPSPS, PAT)
30A37	Morgan	Power Core	(Cry1F, Cry1A.105 , Cry2Ab2) e (CP4 EPSPS, PAT)
IAC 8046	Instituto Agrônômico	Convencional	--
IAC 8390	Instituto Agrônômico	Convencional	--

Quanto a escala de nota de injúria, as lesões ocasionadas por *D. melacanthus* em plântulas de milho foi baseada na escala proposta por Bianco (2001) que apresentava notas de 0 a 4. Porém verificou-se a necessidade de

reclassificar as injúrias, expandindo essa escala de notas. As lesões variam em grau de intensidade, desta forma algumas influenciam mais que as outras no desenvolvimento das plantas, por isso foram classificadas dentro de uma escala com 8 notas.

Com base na escala de notas proposta inicialmente nos trabalhos de Bianco (2001) e Roza-Gomes et al. (2011), adaptou-se a seguinte escala: nota 0 = plantas isentas de injúrias; nota 1 = plantas sem redução do porte com presença de pontuações esbranquiçadas transversais na folha, mas que não chegam a perfurá-la; nota 2 = plantas sem redução do porte, com lesões transversais nas folhas que aparentam pequenos furos; nota 3 = plantas sem redução do porte, com puncturas que coalescem formando orifícios com halos levemente amarelados; nota 4 = plantas com redução do porte, folhas com lesões que originaram contrações, ruptura e/ou necrose de parte da folha, no entanto cartucho com desenvolvimento normal; nota 5 = plantas com redução do porte com folhas e cartucho lesionados pelas puncturas; nota 6 = plantas com acentuada redução no porte, cartucho enrolado e preso (encharutado) e/ou plantas com perfilhos; nota 7 = plantas com cartucho seco ou morto (Figura 1).

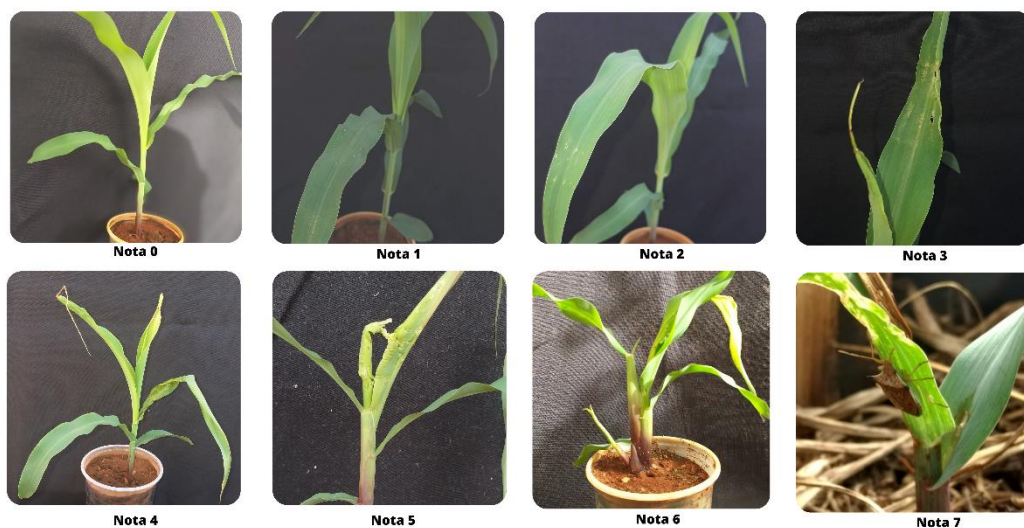


Figura 1. Escala de notas de injúria atribuídas a plantas de milho alimentadas pelo percevejo *Diceraeus melacanthus*.

2.3 Análise Estatística

A porcentagem de redução dos parâmetros de crescimento das plantas (altura de planta, diâmetro de colmo, comprimento de raiz e massa seca de parte aérea e raiz) foram calculados com base na fórmula proposta por Reese et al. (1994):

$$X = \frac{(MA - MD)}{MA * 100}$$

Onde MA= parâmetro de crescimento da testemunha (planta não infestada); MD= parâmetro de crescimento da planta infestada.

Os dados referentes aos parâmetros de crescimento, nota de injúria e porcentagem de redução dos parâmetros de crescimento das plantas foram analisados quanto a normalidade dos resíduos pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene. Se necessários os dados foram transformados e posteriormente submetidos a análise de variância (two-way ANOVA) em esquema de parcela subdividida no tempo, quanto aos efeitos dos fatores genótipo e injúria. Quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas pelo software R versão 3.6.1 (R Core Team, 2019).

3. Resultados

Todos os genótipos estudados infestados pelo percevejo *D. melacanthus* diferiram estatisticamente da testemunha em pelo menos um dos parâmetros de crescimento das plantas de milho (Tabela 2).

Exceto o genótipo Defender, que foi menos afetado pela alimentação do percevejo *D. melacanthus*, pois a alimentação do percevejo não reduziu nenhum dos parâmetros de crescimento da planta (Tabela 2).

O genótipo AG 8700 também foi pouco influenciado pela alimentação do percevejo, as plantas infestadas diferiram da testemunha para os parâmetros altura de plantas no tempo de dez dias após a infestação (DAI) e crescimento radicular aos cinco DAI (Tabela 2). As porcentagens de redução foram de 7,5% e 1,0%, respectivamente.

Outros genótipos que apresentaram diferença em poucos parâmetros de crescimento das plantas foram IAC 8046 e IAC 8390, neste caso, a infestação

com o percevejo promoveu redução da altura das plantas aos dez DAI em 13,9% e 26,4% em ambos os genótipos, respectivamente. Além da redução da massa seca de parte aérea aos dez DAI em 27,3% para IAC 8046 e massa seca de raiz aos cinco DAI em 67,4% para IAC 8390 (Tabela 3).

Os demais genótipos diferiram estatisticamente da testemunha em mais de três parâmetros de crescimento das plantas (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação de parâmetros de crescimento de plantas de milho infestadas e testemunha aos 5 e 10 dias após infestação pelo percevejo *Diceraeus melacanthus*.

Tratamentos		Altura (cm)		Diâmetro (mm)		Crescimento de raiz (cm)		Massa seca de parte aérea (g)		Massa seca de raiz (g)	
Genótipos	Inseto	Tempos (dias)		Tempos (dias)		Tempos (dias)		Tempos (dias)		Tempos (dias)	
		5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
22M12	Com	10,3±1,52bB	15,8±2,07aA	6,47±1,03aA	7,12±1,36bA	38,5±2,00aA	31,0±3,04bA	0,5048±0,14bB	0,9794±0,21cA	0,2385±0,01aA	0,3018±0,04cA
	Sem	17,7±1,00aA	19,8±3,55aA	7,02±0,04aA	8,63±0,55aA	38,7±4,15aA	25,7±2,75cB	0,9654±0,12aB	1,9651±0,35aA	0,3305±0,08aB	0,5520±0,07aA
10A40	Com	10,4±0,36bB	13,3±1,13bA	6,38±0,33aA	7,16±0,78bA	31,6±4,62bA	29,9±0,73cA	0,4444±0,04bB	0,9221±0,12cA	0,2269±0,02bA	0,3443±0,04bA
	Sem	12,8±2,35aB	16,8±2,35aA	6,86±0,14aA	8,28±0,16aA	29,0±0,70bA	25,5±2,50cA	0,8427±0,25aB	1,4903±0,15bA	0,2802±0,03aB	0,4232±0,04bA
Feroz	Com	9,2±1,10bA	11,8±1,25cA	5,24±0,64bA	6,01±0,95bA	28,4±0,94bA	29,5±1,45cA	0,4229±0,07bA	0,7476±0,22cA	0,2460±0,05aA	0,3421±0,06bA
	Sem	13,4±1,80aB	17,3±2,60aA	6,54±0,94aB	8,77±0,54aA	14,6±11,0bB	32,1±3,90bA	0,7117±0,31aB	1,4954±0,06bA	0,2480±0,04aB	0,4890±0,04aA
Defender	Com	14,2±1,02aB	18,2±0,57aA	7,61±0,44aA	9,14±0,54aA	27,8±2,05bA	31,9±3,54bA	0,5770±0,08aB	2,2525±0,26aA	0,2477±0,02aB	0,6184±0,08aA
	Sem	13,9±0,05aB	18,0±0,50aA	6,60±0,35aA	8,24±0,06aA	26,6±1,95bA	31,6±4,45bA	0,5936±0,08aB	1,6131±0,45bA	0,2599±0,01aB	0,5679±0,27aA
Supremo	Com	11,4±1,56bB	16,3±0,85aA	5,47±0,78bB	8,90±0,73aA	36,2±3,99aA	39,9±3,22aA	0,3794±0,08bB	1,4245±0,28bA	0,1675±0,02bB	0,4208±0,08bA
	Tg	14,0±1,00aB	18,2±1,25aA	6,27±0,81aB	8,71±0,34aA	24,9±1,60bB	47,5±5,55aA	0,5917±0,19aB	1,6873±0,09aA	0,2828±0,08aB	0,6007±0,11aA
Supremo	Com	10,1±0,84bB	16,7±1,22aA	6,97±0,50aA	7,85±0,77bA	34,8±2,78aA	35,8±4,99bA	0,4925±0,09bB	0,8754±0,10cA	0,2029±0,02bB	0,3481±0,03bA
	Vip	14,7±1,30aB	17,8±0,45aA	6,40±1,43aA	7,83±0,40bA	33,2±2,75aA	34,6±9,20bA	0,6699±0,14aB	1,7163±0,51aA	0,2866±0,07aB	0,5998±0,15aA
CD 3612	Com	10,8±0,93bB	16,5±0,70aA	6,66±0,48aB	8,59±0,70aA	34,6±1,63aA	40,9±1,33aA	0,5017±0,09bB	1,7745±0,06aA	0,2222±0,04bB	0,5669±0,03aA
	Sem	13,0±1,15aB	17,3±0,10aA	6,74±0,80aB	8,84±0,16aA	26,2±1,75bA	23,7±0,15cA	0,6301±0,12aB	1,9378±0,71aA	0,3027±0,05aB	0,5829±0,21aA
K9960	Com	8,0±0,79bB	12,6±0,61cA	4,46±0,62bB	6,68±0,72bA	40,6±4,58aA	33,2±2,60bA	0,2366±0,02bB	0,7371±0,12cA	0,1116±0,02bB	0,2627±0,02cA
	Sem	13,4±1,60aA	16,0±0,50aA	6,86±0,51aA	8,00±0,22bA	45,2±6,25aA	39,0±3,05aA	0,6607±0,03aB	1,2550±0,15cA	0,2667±0,03aB	0,4116±0,08bA
AG 8700	Com	12,9±0,99aA	14,8±0,59bA	7,66±0,39aA	8,99±0,40aA	37,0±4,80aA	33,6±0,65bA	0,6975±0,13aB	1,7433±0,23aA	0,3214±0,03aB	0,5659±0,04aA
	Sem	13,4±1,00aA	15,8±0,25aA	7,16±0,52aB	8,88±0,50aA	25,6±0,50bA	33,7±0,80bA	0,7878±0,19aB	1,9214±0,44aA	0,3673±0,02aB	0,7201±0,15aA
NS77	Com	9,5±0,70bB	13,9±0,62bA	5,63±0,40bB	8,47±0,40aA	38,7±4,89aA	42,4±3,55aA	0,3304±0,06bB	1,1390±0,17cA	0,1952±0,03bB	0,3916±0,01bA
	Sem	13,6±1,65aA	11,8±0,35cA	7,52±1,56aB	7,26±0,94bA	33,5±4,60aB	42,7±1,35aA	0,6533±0,22aA	0,8115±0,09cA	0,3569±0,02aA	0,3953±0,04bA
2B533	Com	11,0±0,72bB	15,8±0,68aA	6,45±0,12aB	8,31±0,39aA	36,3±4,82aA	34,5±2,81bA	0,5372±0,04aB	1,1786±0,13cA	0,2266±0,03bB	0,4170±0,06bA
	Sem	12,1±2,35bB	17,2±0,50aA	6,30±0,62aB	9,83±0,76aA	27,7±1,35bA	35,4±8,15bA	0,6242±0,10aB	2,4892±0,71aA	0,2846±0,008aB	0,7509±0,20aA
2B512	Com	10,9±1,24bB	15,4±1,16aA	5,93±0,42bB	7,88±0,32bA	34,7±4,61aB	43,3±4,87aA	0,4237±0,10bB	1,4023±0,27bA	0,1898±0,04bB	0,5325±0,08aA
	Sem	14,1±1,30aA	15,7±0,30aA	6,81±0,77aA	7,29±0,77bA	29,0±4,05bA	33,7±0,50bA	0,8896±0,08aB	1,3729±0,24bA	0,3923±0,005aA	0,4814±0,05aA
2B610	Com	9,5±0,96bB	15,8±0,73aA	6,16±0,60aA	7,16±1,01bA	30,3±2,27bA	37,7±3,63aA	0,3858±0,04bB	0,9329±0,24cA	0,1651±0,008bB	0,4656±0,05aA
	Sem	13,5±0,60aB	17,6±0,50aA	6,17±0,73aB	8,80±0,36aA	29,0±10,35bA	28,9±3,20cA	0,6582±0,17aB	1,9874±0,54aA	0,2626±0,06aB	0,5355±0,04aA
MG 580	Com	8,6±1,40bB	14,2±0,62bA	5,78±0,83bB	7,53±0,23bA	35,2±3,28aA	41,8±2,84aA	0,3675±0,05bB	0,9627±0,09cA	0,1994±0,01bB	0,3384±0,03bA
	Sem	12,9±1,05aB	17,4±0,90aA	6,80±0,56aB	8,81±0,75aA	26,3±3,30bA	32,0±3,45bA	0,6683±0,16aB	2,0433±0,91aA	0,2853±0,04aB	0,5402±0,20aA

Continuação da tabela 2.

30A37	Com	11,1±1,17bB	14,8±0,27bA	5,86±0,52bB	7,92±0,43bA	35,0±3,29aA	37,4±3,20aA	0,5035±0,13bB	1,3010±0,13bA	0,1970±0,03bB	0,4721±0,05aA
	Sem	13,6±1,35aA	15,2±2,00bA	6,80±1,07aA	7,80±0,13bA	25,5±2,80bA	27,4±1,95cA	0,6494±0,21aB	1,0697±0,03cA	0,2625±0,09aB	0,3902±0,07bA
IAC 8046	Com	11,7±0,82aB	14,7±0,20bA	7,13±0,55aA	8,35±0,41aA	28,6±2,02bA	35,2±4,45bA	0,5736±0,05aB	1,4058±0,12bA	0,2421±0,01aB	0,5719±0,04aA
	Sem	12,3±0,65aA	17,1±1,85aA	6,56±1,48aB	9,96±1,07aA	22,6±1,55bA	26,5±0,25cA	0,6197±0,20aB	1,9335±0,52aA	0,2164±0,02bB	0,5152±0,21aA
IAC 8390	Com	8,7±1,16bB	11,7±0,95cA	5,20±0,46bA	6,74±0,73bA	30,3±2,55bA	26,0±1,46cA	0,2601±0,05bB	0,6559±0,15cA	0,1378±0,02bB	0,2484±0,04cA
	Sem	10,1±0,95bB	15,9±3,05aA	4,90±0,59bB	7,30±0,28bA	25,0±5,15bA	28,7±1,90cA	0,3349±0,07bB	0,8188±0,02cA	0,4232±0,26aA	0,2612±0,06cA
Valor de F											
Tratamentos (Tr)		4,172		2,240		3,714		4,642		4,216	
Bloco (B)		4,859		2,671		3,998		7,327		7,618	
Tempo (Te)		189,92		94,088		5,462		321,972		260,843	
Interação (Tr x Te)		0,761		0,642		1,539		2,181		1,558	
<i>p valor</i>											
Tratamentos (Tr)		<0,001*		<0,001*		<0,001*		<0,001*		<0,001*	
Bloco (B)		<0,001*		0,033*		0,004		<0,001*		<0,001*	
Tempo (Te)		<0,001*		<0,001*		0,020*		<0,001*		<0,001*	
Interação (Tr x Te)		0,8204		0,932		0,041*		<0,001*		0,0375*	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade

Tabela 3. Porcentagem de redução dos parâmetros de crescimento de plantas dos genótipos de milho infestados pelo percevejo *Diceraeus melacanthus* comparado a testemunha sem infestação, aos cinco e dez dias após infestação.

Genótipos	Porcentagem de redução (%)									
	Altura		¹ Diâmetro		Crescimento de raiz		Massa seca de parte aérea		Massa seca de raiz	
	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
22M12	41,9±8,64aA	20,3±10,37aB	16,6±10,49bA	19,0±15,29aA	4,2±3,74aA	2,5±2,49bA	48,2±15,09aA	50,1±11,01aA	27,8±4,67cA	45,3±8,19aA
10A40	18,9±2,87bA	20,7±6,73aA	8,2±4,23bA	15,4±8,52aA	7,3±5,27aA	0,0±0,00bB	47,3±4,93aA	38,1±8,68aA	19,0±8,70cA	22,6±7,92bA
Feroz	31,0±8,21aA	31,8±7,25aA	20,2±9,76aA	32,5±9,94aA	0,0±0,00aB	9,8±3,18aA	40,6±10,68aA	50,1±14,95aA	19,4±9,94cA	33,9±9,99aA
Defender	5,6±3,07bA	2,4±1,51bA	1,4±1,42bA	2,4±2,43bA	4,1±3,32aA	9,6±5,95bA	13,4±8,69bA	0,0±0,00bA	11,4±5,63cA	6,9±2,95bA
Supremo Tg	19,4±10,66bA	11,1±4,42bA	14,5±11,94bA	6,3±4,40bA	2,9±2,89aB	15,9±6,79aA	36,8±13,46aA	21,9±13,15bA	40,8±7,56bA	30,9±13,76aA
Supremo Vip	26,0±5,74aA	10,1±3,01bA	1,9±1,72bA	7,9±3,71bA	4,9±3,06aA	10,5±6,73bA	31,9±8,90bA	48,9±6,09aA	29,1±7,46cA	41,9±6,53aA
CD 3612	18,3±5,92bA	5,8±3,56bA	7,0±4,36bA	8,4±4,61bA	0,0±0,00aA	0,0±0,00bA	24,8±12,60bA	8,9±2,61bA	28,8±11,95cA	6,4±3,36bB
K9960	40,3±5,94aA	21,0±3,85aB	35,0±9,07aA	17,6±8,45aA	13,7±8,55aA	14,8±6,67aA	64,2±4,14aA	41,3±10,11aA	58,1±8,51aA	36,2±7,15aB
AG 8700	8,3±3,73bA	7,5±2,84bA	2,1±1,98bA	2,9±2,88bA	1,0±1,01aA	1,8±1,28bA	21,5±8,62bA	17,2±7,76bA	17,3±5,84cA	21,6±6,42bA
NS 77	30,4±5,19aA	0,0±0,00bB	25,1±5,44aA	0,0±0,00bB	8,4±8,36aA	8,0±5,19bA	49,4±9,63aA	3,1±3,15bB	45,3±9,05bA	4,7±2,10bB
2B533	10,6±4,92bA	8,9±3,49bA	0,7±0,76bB	15,4±3,99aA	0,1±0,07aA	7,9±5,62bA	16,6±4,69bB	52,6±5,51aA	20,4±7,74cA	44,5±9,11aA
2B512	22,7±8,82bA	7,5±5,06bA	14,4±5,14aA	0,9±0,93bB	3,4±2,07aA	0,0±0,00bA	52,4±12,35aA	16,8±9,76bB	51,6±10,37bA	12,8±7,92bB
2B610	27,4±6,88aA	10,8±3,74bA	9,2±4,04bA	18,9±11,42aA	4,6±2,69aA	1,4±1,38bA	41,4±6,73aA	50,5±12,56aA	37,1±3,07bA	15,6±8,11bB
MG 580	33,0±10,91aA	18,5±3,57aA	19,3±9,48aA	14,5±2,65aA	0,1±0,07aA	0,0±0,00bA	45,0±8,02aA	52,9±4,49aA	30,1±6,86cA	37,4±6,75aA
30A37	20,4±7,13bA	3,2±1,56bB	17,0±4,59aA	4,4±2,18bA	0,0±0,00aA	0,9±0,95bA	34,1±8,84bA	1,7±1,04bB	28,8±8,13cA	2,0±1,92bB
IAC 8046	8,3±5,09bA	13,9±1,21bA	2,3±2,16bB	16,1±4,12aA	0,4±0,44aA	1,8±1,17bA	12,8±4,55bA	27,3±6,46bA	4,1±2,74cA	2,4±2,45bA
IAC 8390	16,8±10,05bA	26,4±5,98aA	6,4±4,94bA	11,8±8,39bA	1,0±1,04aB	10,7±4,16aA	28,2±13,71bA	28,3±14,01bA	67,4±6,86aA	18,9±8,36bB
Valor de F										
Genótipo (G)	3,738		2,541		2,093		4,438		5,212	
Bloco (B)	0,791		2,788		1,557		2,193		2,777	
Tempo (T)	20,410		0,001		3,186		3,383		13,610	
Interação (G × T)	1,620		2,434		1,025		2,672		4,299	
p valor										
Genótipo (G)	>0,001*		0,001*		0,012*		>0,001*		>0,001*	
Bloco (B)	0,532		0,029*		0,189		0,073		0,029*	
Tempo (T)	>0,001*		0,970		0,076		0,068		>0,001*	
Interação (G × T)	0,071		0,003*		0,435		0,001*		>0,001*	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a probabilidade de 5%, ¹Dados transformados em raiz quadrada.

Altura de planta, massa seca de parte aérea e raiz aos cinco DAI foram os parâmetros mais influenciadas pela alimentação do percevejo, pois apresentaram maior quantidade de genótipos diferindo estatisticamente da testemunha. As porcentagens de redução confirmam essa afirmação, pois pode se observar que as maiores porcentagens de redução foram vistas para estes parâmetros (Tabela 3). Salientando-se que para massa seca de parte aérea alguns genótipos apresentaram porcentagens de redução próximas ou superiores a 50%.

Quanto a avaliação das notas de injúria os genótipos de milho infestados pelo percevejo *D. melacanthus* apresentaram notas médias inferiores a 6 (Figura 2). As menores notas observadas aos cinco e dez dias corresponderam aos genótipos IAC 8046, 30A37, Defender e CD 3612 com notas médias próximas a três.

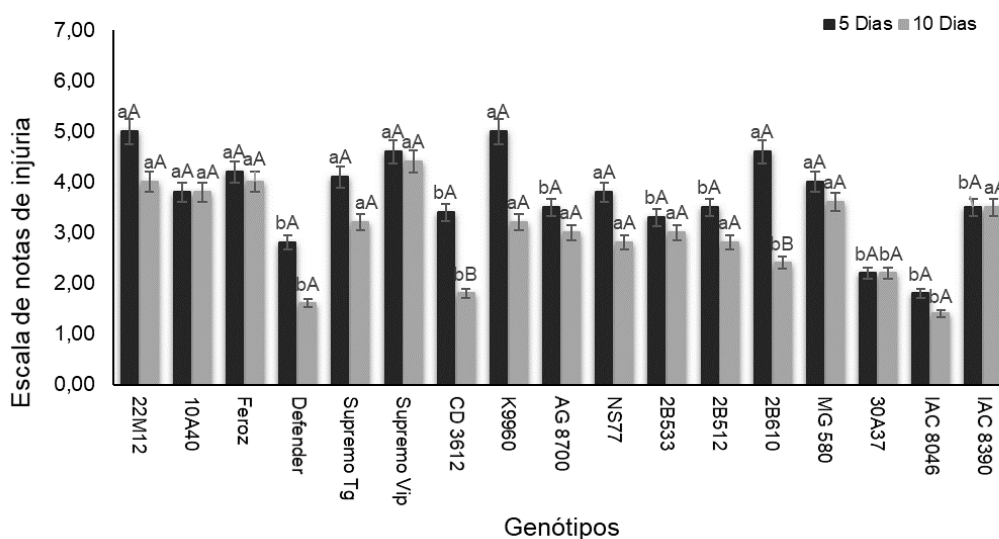


Figura 2. Nota de injúria decorrente da alimentação de *Diceraeus melacanthus* em plantas de milho nos tempos de cinco e dez dias após a infestação. (Barras seguidas de mesma letra minúsculas não diferem entre os genótipos e mesma letra maiúsculas não diferem no tempo, pelo teste de Scott Knott a probabilidade de 5%).

Em geral, as maiores notas de injúria foram obtidas aos cinco DAI com tendência de redução aos 10 DAI, revelando possível recuperação da planta em

relação a injúria ocasionada pelo inseto. Pela Figura 2 foi possível notar a recuperação das plantas em relação a intensidade de injúria aos dez dias. Os genótipos Defender, CD 3612, K 9960, 2B610 foram os que mais se recuperaram da injúria ocasionada pelo percevejo.

4. Discussão

A tolerância é um dos mecanismos utilizados para avaliar a resistência de plantas, no entanto, é difícil de ser quantificada, por ser medida pela planta e não pelo inseto (Cruz e Vendramim, 1998; Boiça Junior et al., 2018). Entre os parâmetros que podem ser quantificados para avaliação de tolerância estão relação de peso de plantas infestadas e não infestadas, danos e injúrias, perda de área foliar, perdas funcionais da planta, relação entre altura de plantas infestadas e não infestadas e principalmente parâmetros produtivos.

Nesse estudo, a tolerância foi avaliada pela comparação de alguns parâmetros de crescimento da planta infestada com a planta testemunha, porcentagem de redução do crescimento dos genótipos e escala visual de nota de injúrias.

A partir das avaliações foi observado que os genótipos Defender, AG 8700, CD 3612, 2B533 e IAC 8046 apresentaram potencial resistência por tolerância, por serem os genótipos menos afetados pela alimentação do percevejo, sem grandes reduções dos parâmetros de crescimento avaliados. Segundo Reese et al. (1994) para um genótipo ser apontado como tolerante ele deve ser menos danificado por uma praga em relação a uma planta suscetível, em igualdade de condição e infestação. Portanto, este fator é exclusivamente dependente da planta.

Como observado na Tabela 2, a maioria dos genótipos teve a altura reduzida pela alimentação do percevejo *D. melacanthus*. Os genótipos 22M12, K9960, MG580, Feroz e NS 77 apresentaram redução da altura superior a 30%. Já os genótipos Defender e 2B533 não reduziram a altura em nenhum período de avaliação. Estudos de Lima et al. (2019) também observaram redução na altura de plantas de milho em função da alimentação do percevejo *D. melacanthus*, sendo que a infestação no estágio V4 promoveu menor

crescimento das plantas. Da mesma forma, Bridi et al. (2017) trabalhando com o percevejo *D. melacanthus* na cultura do milho também notaram redução da altura das plantas em função da alimentação do percevejo, em seus estudos a infestação de cada inseto reduziu 1,25 cm na altura das plantas.

Como as injúrias ocasionadas por *D. melacanthus* ocorrem no início do desenvolvimento da cultura, a redução na altura das plantas nessa fase pode comprometer seu potencial produtivo. O potencial produtivo das plantas de milho é determinado até o estágio V7, dessa forma, plantas com altura reduzida no início do ciclo tendem a ter menor capacidade de produção de grãos, consequentemente menor produtividade, comparada a plantas de maior porte (Maddonni e Otegui, 2004).

Para a variável diâmetro de colmo as reduções não foram tão expressivas, com diferença significativa entre tratamento e testemunha para os genótipos Feroz, Supremo Tg, K9960, NS77, 2B512, MG 580, e 30A37. Estudos de Lima et al. (2019) também notaram pouca influência do ataque de *D. melacanthus* para o diâmetro de colmo em plantas de milho, para infestações no mesmo estágio vegetativo que nosso trabalho.

Por outro lado, notou-se que alguns genótipos apresentaram maior crescimento radicular da planta infestada do que da testemunha. Este fato pode ser explicado pela capacidade da planta em compensar a perda de tecido ou dano pela taxa de compensação. A planta compensa a injúria ocasionada pelo percevejo produzindo mais órgãos ou aumentando a taxa de crescimento (Koch et al., 2016). O ataque foliar pode promover a realocação de recursos, aumentando a exportação de fotoassimilados das folhas para caules e raízes (Robert et al., 2014).

Nota-se nesse estudo que os genótipos Defender, CD 3612, 30A37 e IAC 8046 apresentaram notas de injúria entre a escala 2 e 3, compreendendo danos leves, apenas com pontuações nas folhas. Nesse contexto, pode-se inferir que estes genótipos têm maior capacidade de tolerar a injúria ocasionada pela alimentação do percevejo *D. melacanthus*. A avaliação da nota de injúria pode demonstrar o quanto um genótipo é tolerante, desta forma, tornou-se importante variável avaliada em trabalhos de tolerância.

As injúrias ocasionadas por *D. melacanthus* às plantas de milho podem variar de intensidade, dependendo do grau da lesão, pode haver redução da

produtividade da planta, tornando-a até mesmo improdutiva. Ao se alimentar *D. melacanthus* penetra frequente o estilete na planta, injeta secreções salivares que contém enzimas tóxicas e causam a necrose do tecido vegetal, este processo é o que resulta as lesões observadas nas plantas (Lima et al., 2019). No entanto, o efeito da alimentação não pode ser notado instantaneamente após a picada de alimentação, levando alguns dias para a progressão da injúria.

Este estudo demonstrou uma possível recuperação da planta quanto a lesão ocasionada pelo percevejo. Notou-se que as notas de injúria observadas aos cinco dias foram maiores quando comparadas a avaliação de dez dias, embora tenha sido observada diferença estatística no tempo apenas para os genótipos CD 3612 e 2B610 (Figura 2). No entanto, vale salientar que no nosso trabalho a quantidade de insetos por planta foi controlada, e no campo esse fator pode ser alterado.

Infestações de *D. melacanthus* nos estádios vegetativos iniciais da cultura do milho são propensos a injúrias mais severas, podendo causar perdas de rendimento de quase 100%, dependendo do período e duração da infestação (Silva et al., 2021). Pode ser observado nos estudos de Lima et al. (2019) que as infestações nos estádios V2 e V4 promoveram notas de dano, 4,00 e 3,75 respectivamente, que diferiram estatisticamente dos danos ocasionados as plantas infestadas no estádio V6, na qual foi menor. Vale lembrar que a escala avaliada nesse trabalho é diferente do nosso trabalho.

Embora a nota de injúria seja usada para classificar a tolerância dos genótipos, é importante salientar que esse fator não deve ser utilizado para tomada de decisão para o controle da praga no campo, pois após ser notada a injúria as perdas de rendimento não poderão ser revertidas (Silva et al., 2021).

De forma prática a tolerância de plantas ainda é pouco explorada, pois o interesse maior dos produtores e empresas é ver a redução na incidência de pragas ao invés do manejo das plantas. No entanto, devido aos intensos problemas em lavouras de milho em decorrência do ataque de *D. melacanthus*, pode ser de grande valia a incorporação desta estratégia de manejo no MIP da cultura do milho.

5. Conclusões

Os genótipos Defender, AG 8700, CD 3612 e IAC 8046 apresentaram potencial resistência constitutiva na categoria por tolerância por terem sido menos afetados os parâmetros de crescimento das plantas pela ação do percevejo *D. melacanthus*.

6. Referências

Andrioli I, Centurion JF (1999) Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 1-4.

Ávila CJ, Duarte M (2012) Eficiência de inseticidas, aplicados nas sementes e em pulverização, no controle do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae), na cultura do milho. **BioAssay** 7:1-6.

Bianco, R (2001) Avaliação de cultivares de milho quanto ao dano do percevejo barriga verde, *Dichelops* spp. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, **Anais...** Londrina: IAPAR, p. 21.

Bridi M, Kawakami J, Hirose E (2016) Danos do percevejo *Dichelops melacanthus* (Dallas , 1851) (Heteroptera : Pentatomidae) na cultura do milho Damage by stink bug *Dichelops melacanthus* (Dallas , 1851) (Heteroptera : Pentatomidae) on maize. **Magistra** 28:301–307.

Boiça Junior, AL, Freitas CA, Freitas MM, Nogueira L, Di Bello MM, Fonseca SS, Eduardo WI (2018) Estratégias de defesa de plantas a insetos. In: Castilho RC, Truzzi CC, Pinto CPG (Eds.) **Tópicos em Entomologia Agrícola – XI**. Jaboticabal: Gráfica e Editora Multipress, p.71-93.

Canassa VF, Baldin ELL, Bentivenha JPF, Pannuti LER, Lourenção AL (2017) Resistance to *Dichelops melacanthus* (Hemiptera:Pentatomidae) in soybean genotypes of diferente maturity groups. **Bragantia** 76:257-265.

Chiaradia LA, Nesi CN, Ribeiro L do P (2016) Nível de dano econômico do percevejo barriga-verde, *Dichelops furcatus* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae), em milho. **Agropecuária Catarinense** 29:63–67.

Cruz I, Vendramim JD (1998) Tolerância como mecanismo de resistência de sorgo ao pulgão-verde, *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 27:141–148. doi:10.1590/s0301-80591998000100018.

Duarte MM, Ávila CJ, Santos V (2015) Danos e nível de dano econômico do percevejo barriga verde na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** 14:291-299.

Koch KG, Chapman K, Louis J, Heng-Moss T, Sarath G (2016) Plant tolerance: A unique approach to control hemipteran pests. **Frontiers in Plant Science** 7:1–12. doi:10.3389/fpls.2016.01363.

Lima RD, Oliveira NC, Oliva TG (2019) Danos causados por percevejo *Dichelops melacanthus* em diferentes estádios fenológicos de plantas de milho. **Campo Digital** 4:47-54.

Lopes de Toledo T, Cazarotto Madalóz JC, Prado Ribeiro L (2021): Subsídios para o manejo de percevejos na fase inicial da cultura do milho. **Agropecuária Catarinense** 34:20–23. doi:10.52945/rac.v34i1.755.

Maddonni GA, Otegui ME (2004) Intra-specific competition in maize: early establishment of hierarchies among plants affects final kernel set. **Field Crops Research** 85:1-13.

Panizzi AR, Lucini T (2019) Body position of the stink bug *Dichelops melacanthus* (Dallas) during feeding from stems of maize seedlings. **Brazilian Journal of Biology** 79:304–310. doi:10.1590/1519-6984.18250.

Panizzi AR, Lucini T, Aldrich JR (2022) Dynamics in Pest Status of Phytophagous Stink Bugs in the Neotropics. **Neotropical Entomology** 51:18–31. doi:10.1007/s13744-021-00928-5.

Fernandes PHR, Ávila CJ, da Silva IF, Zulin D (2020) Damage by the green-belly stink bug to corn. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira** 55:1-6. doi:10.1590/S1678-3921.PAB2020.V55.01131.

R Core Team (2019) **R: A language and environment for statistical computing**. R foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Reese JC, Schwenke JR, Lamont PS, Zehr DD (1994) Importance and Quantification of Plant Tolerance in Crop Pest Management Programs for Aphids: Greenbug Resistance in Sorghum. **Journal of agricultural Entomology** 11:255–270.

Robert CAM, Ferrieri RA, Schirmer S, Babst BA, Schueller MJ, Machado RAR, Arce CCM, Hibbard BE, Gershenson J, Turlings TCJ, Erb M (2014) Induced carbon reallocation and compensatory growth as root herbivore tolerance mechanisms. **Plant Cell and Environment** 37:2613–2622. doi:10.1111/pce.12359.

Roza-Gomes MF, Salvadori JR, Pereira PRV da S, Panizzi AR (2011) Injúrias de quatro espécies de percevejos pentatomídeos em plântulas de milho. **Ciencia Rural** 41:1115–1119. doi:10.1590/S0103-84782011005000081.

Silva PR, Istchuk AN, Foresti J, Hunt TE, Alves de Araújo T, Fernandes FL, Rodrigues de Alencar E, Bastos CS (2021) Economic injury levels and economic thresholds for *Diceraeus (Dichelops) melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) in vegetative maize. **Crop Protection** 143:1-10. doi:10.1016/j.cropro.2020.105476.

Capítulo 4 – Resistência pelas categorias de antixenose e tolerância em genótipos de milho induzidos pelo percevejo *Diceraeus melacanthus*

RESUMO - Plantas são capazes ativar mecanismo de defesa após serem induzidas pela herbivoria de insetos. Neste estudo, foram avaliados os efeitos de resistência por antixenose e tolerância de 17 genótipos de milho após pré-infestação do percevejo *Diceraeus melacanthus*. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, em delineamento em blocos casualizados, com plantas de milho nos estádios vegetativos V2-V4. A indução foi realizada pela alimentação do percevejo na primeira folha totalmente expandida, seguida de infestação dos insetos 72h após a indução. A antixenose foi avaliada por testes sem chance e em dupla chance de escolha, e a tolerância avaliada pelos parâmetros de crescimento da planta aos cinco e dez dias após a retirada dos insetos. Verificou-se que, para o teste em dupla chance de escolha, as testemunhas foram menos atrativas do que plantas induzidas, evidenciando um possível efeito de proteção induzido por compostos voláteis às testemunhas. A indução também afetou positivamente o diâmetro de colmo e o crescimento radicular. Notou-se possível efeito tolerante do genótipo Defender a alimentação de *D. melacanthus*, mantendo-se para este genótipo o mesmo padrão de desenvolvimento de plantas infestadas e testemunha. Outros estudos devem ser conduzidos para explorar os possíveis efeitos tolerante deste genótipo.

Palavras-chave: Atratividade, indução de resistência, percevejo barriga-verde, *Zea mays* L.

Chapter 4 – Resistance by categories of antixenosis and tolerance in maize genotypes induced by the stink bug *Diceraeus melacanthus*

ABSTRACT - Plants are able to activate a defense mechanism after being induced by insect herbivory. In this study, the effects of antixenosis resistance and tolerance of 17 maize genotypes after pre-infestation with the stink bug *Diceraeus melacanthus* were evaluated. The experiments were carried out in a greenhouse, in a randomized block design, with maize plants in the V2-V4 vegetative stages. Induction was performed by feeding the bug on the first fully expanded leaf, followed by insect infestation 72 hours after induction. Antixenosis was evaluated by no-choice and double-choice tests, and tolerance was evaluated by plant growth parameters at five and ten days after insect removal. It was found that, for the double-choice test, the controls were less attractive than the induced plants, evidencing a possible protective effect induced by volatile compounds on the controls. Induction also positively affected stem diameter and root growth. A possible tolerant effect of the Defender genotype on feeding *D. melacanthus* was noted, maintaining the same development pattern for this genotype as for infested and control plants. Further studies must be conducted to explore the possible tolerant effects of this genotype.

Keywords: Attractiveness, resistance induction, green-bellied stink bug, *Zea mays* L.

1. Introdução

As plantas podem apresentar distintos mecanismos de defesa para se protegerem da injúria ocasionada por insetos. Plantas são capazes de sintetizar diversos compostos das quais podem ser tóxicos, repelentes ou antinutritivos aos insetos (Mithofer e Boland, 2012) ou até mesmo estruturas morfológicas que as tornam menos preferidas para alimentação.

Diferentemente da defesa constitutiva, as plantas expressam os mecanismos de resistência continuamente, os mecanismos de defesa induzidos são expressos após algum estresse sofrido pela planta. Receptores específicos percebem a injúria e ativam sinalizadores para iniciar os mecanismos de defesa (Erb e Reymond, 2019). As respostas induzidas são vantajosas para a planta, pois evitam gasto de energia com a ativação dos sistemas de defesa em períodos que não está sob ataque da praga.

O ataque de insetos pode influenciar as defesas induzidas de plantas por diferentes fatores, como o tempo de alimentação do inseto, o nível de injúria, o tempo após a injúria para que a planta expresse a resistência e o tempo em que essas defesas ficam ativas na planta (Costa, 2016). Após a indução ocorre a ativação dos mecanismos de defesa pela planta, e estes podem influenciar na alimentação do inseto, oviposição, preferencia, afetar seu desenvolvimento, entre outros (Boiça Junior et al., 2019).

As plantas são capazes de responder a herbivoria dos insetos e ativar seus mecanismos de defesa, não apenas no local danificado, mas também em outras partes da planta, como folhas intactas e raízes (Malook et al., 2021). Diversos estudos mostram a indução de sistemas de defesa da planta após a herbivoria de insetos (Arimura et al., 2011; Ramadan et al., 2011; Qi et al., 2016).

Constantemente a resistência e a tolerância são termos utilizados de forma equivalente. No entanto, a tolerância está mais atrelada a capacidade compensatória da planta, sendo esta capaz de suportar o ataque de herbívoros sem reduzir sua produtividade e sem interferir na fisiologia e comportamento do inseto (Koch et al., 2016). Os mecanismos que caracterizam a tolerância de plantas a insetos ainda não são bem elucidados. Em geral, cinco mecanismos fisiológicos pelas quais as plantas podem tolerar a herbivoria foram descritos, o aumento da taxa fotossintética líquida após lesão, aumento da ramificação ou

perfilhamento após a liberação da dominância apical, altos níveis pré-existentes de armazenamento de carbono nas raízes, capacidade de realocar carbono das raízes para a parte aérea após lesão e altas taxas de crescimento relativo. (Koch et al., 2016; Peterson et al., 2017). Esse último mecanismo foi usado para quantificar a tolerância dos genótipos de milho ao percevejo *D. melacanthus*.

Ainda são poucos os estudos sobre resistência induzida e tolerância de percevejos na cultura do milho. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar as categorias de resistência por antixenose e tolerância de genótipos de milho submetidos a indução pela alimentação temporária do percevejo *D. melacanthus*.

2. Material e Métodos

Todos os bioensaios foram conduzidos em casa de vegetação e a criação no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Ciências da Produção Agrícola da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/FCAV, Jaboticabal, SP, Brasil.

2.1 Criação dos insetos

Os insetos utilizados nos experimentos foram oriundos de criação própria mantida no laboratório de Resistência de Plantas a Insetos da UNESP/FCAV, sob condições controladas de temperatura ($25 \pm 3^{\circ}\text{C}$), umidade relativa ($65 \pm 10\%$ UR) e fotoperíodo (14L). A criação foi iniciada com indivíduos coletados no campo no município de Formosa do Oeste – Paraná ($24^{\circ}15'59.8''\text{S}$; $53^{\circ}19'33.4''\text{W}$), em área de cultivo de grãos. Todos os insetos foram identificados com base em suas características morfológicas. Outra parte dos percevejos foi coletado na fazenda da UNESP/FCAV município de Jaboticabal - São Paulo ($21^{\circ}15'00.6''\text{S}$; $48^{\circ}17'04.7''\text{W}$), e ainda alguns indivíduos foram adquiridos da empresa PROMIP (Engenheiro Coelho –SP).

A dieta alimentar dos percevejos foi composta por vagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), frutos de ligustro (*Ligustrum lucidum* L.) e quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.), sementes secas de soja (*Glycine max* Merrill.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.). Foram

alimentados *ad libidum*, de acordo com metodologia adaptada de Canassa et al. (2017).

Os alimentos foram dispostos dentro das arenas de criação e trocados semanalmente. Os adultos foram mantidos em arenas de acrílico (30 cm × 30 cm × 40 cm) vedadas na parte frontal com tecido *voile* para aeração, forradas com papel filtro e chumaços de algodão como substrato de postura.

Diariamente foram coletados ovos, e estes mantidos em placas de Petri (9 cm de diâmetro) até eclosão das ninfas. No segundo instar, as ninfas foram realocadas para caixas plásticas (10 cm × 15 cm × 30 cm) onde permaneceram até o quinto instar, e os adultos realocados nas arenas de acrílico. Da segunda geração em diante adultos de *D. melacanthus* foram utilizados nos experimentos.

2.2 Bioensaio de antixenose em plantas induzidas

Para avaliar possíveis efeitos da indução de resistência, os bioensaios de antixenose com e sem chance de escolha foram conduzidos com plantas pré-infestadas pelo percevejo *D. melacanthus*. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC), com dez repetições.

Os bioensaios foram conduzidos em casa de vegetação. Os 17 genótipos (Tabela 1) foram semeados em copos plásticos de 500 ml e preenchidos com mistura de solo (Latosolo Vermelho distrófico) (Andrioli e Centurion, 1999), areia e composto orgânico nas proporções de 3:1:1, a profundidade de um centímetro. Em cada recipiente uma única planta foi conduzida, sendo esta considerado uma repetição.

No estágio V2 foi realizada a infestação prévia das plantas com um percevejo adulto não sexado na primeira folha totalmente expandida. O inseto foi mantido recluso na folha por meio de uma mini arena plástica de 3 cm de diâmetro, que possuía um lado recoberto por tecido “voile” e o outro lado uma superfície plástica que vedava a arena. A arena foi presa na folha, de forma que o inseto conseguisse se alimentar apenas no ponto determinado, e assim permaneceram por 72 horas, período este considerado tempo para indução. Tanto as plantas dos bioensaios de antixenose com dupla chance e sem chance de escolha, quanto às de tolerância, foram induzidas desta forma.

Tabela 1. Genótipos de milho testados no experimento com respectivas empresas e tecnologias empregadas.

Genótipos	Empresa	Transgênico/Comercial	Proteínas
22M12	Sempre	Viptera	Vip3Aa20
10A40	Sempre	Top	--
Feroz	Syngenta	Viptera 3	(Cry1Ab, Vip3Aa20)
Defender	Syngenta	Viptera	Vip3Aa20
Supremo	Syngenta	Tg	--
Supremo	Syngenta	Viptera 3	(Cry1Ab, Vip3Aa20)
CD 3612	Coodetec	Power Core	(Cry1F, Cry1A.105 , Cry2Ab2) e (CP4 EPSPS, PAT)
K9960	KWS	Viptera 3	(Cry1Ab, Vip3Aa20)
AG 8700	Agrocere	VT PRO 3	(Cry1A.,105, Cry2Ab2, Cry3Bb1)
NS 77	Nidera Sementes	PRO 2	Cry1A.,105, Cry2Ab2)
2B533	Forseed	Power Core	(Cry1F, Cry1A.105 , Cry2Ab2) e (CP4 EPSPS, PAT)
2B512	Forseed	Power Core	(Cry1F, Cry1A.105 , Cry2Ab2) e (CP4 EPSPS, PAT)
2B610	Forseed	Power Core	(Cry1F, Cry1A.105 , Cry2Ab2) e (CP4 EPSPS, PAT)
MG 580	Morgan	Power Core	(Cry1F, Cry1A.105 , Cry2Ab2) e (CP4 EPSPS, PAT)
30A37	Morgan	Power Core	(Cry1F, Cry1A.105 , Cry2Ab2) e (CP4 EPSPS, PAT)
IAC 8046	Instituto Agrônômico	Convencional	--
IAC 8390	Instituto Agrônômico	Convencional	--

Após 72 horas da retirada dos insetos referentes a infestação prévia, conduziu-se os bioensaios com as plantas induzidas. Para o teste sem chance de escolha, cada planta foi coberta por arena de tecido “voile” e um casal de percevejo foi liberado por repetição. A infestação permaneceu por mais 72 horas, período no qual, foi avaliado a preferência dos insetos para as plantas induzidas nos seguintes tempos: 15 e 30 minutos, 1, 3, 6, 12, 24, 48 e 72 horas após a infestação. O teste de preferência foi realizado avaliando a presença do inseto se alimentando na planta ou não.

Para o teste com chance de escolha as plantas induzidas e o controle (planta não induzida) foram avaliadas quanto a atratividade pelo teste 2 a 2, onde

cada repetição foi composta por uma arena recoberta por tecido “voile” contendo uma planta induzida e sua testemunha não induzida do respectivo genótipo. Em cada arena foram liberados dois casais do percevejo *D. melacanthus*, e estes insetos permaneceram por 72 horas, sendo que a avaliação da preferência ocorreu foi realizada avaliando a presença do inseto se alimentando na planta ou não nos tempos de 15 e 30 minutos, 1, 3, 6, 12, 24, 48 e 72 horas após a infestação.

2.3 Bioensaio de tolerância após indução

As plantas foram cultivadas como descrito para o bioensaio de antixenose, sendo cada copo com uma planta considerado uma repetição. O bioensaio de tolerância foi conduzido em casa de vegetação, com delineamento em blocos ao acaso (DBC) e cinco repetições.

As plantas foram induzidas por uma infestação prévia com o percevejo *D. melacanthus*, como descrito para o bioensaio de antixenose. Após 72 horas da indução, as plantas foram infestadas por mais 72 horas com um casal de percevejos, e mantidas envoltas por arena de tecido “voile” durante todo o período. Aos cinco e dez dias após a retirada dos insetos foram realizadas avaliações quanto os parâmetros de crescimento das plantas: altura até a base da última folha totalmente expandida, diâmetro de colmo ao patamar da inserção da primeira folha, comprimento de raiz, massa seca de parte aérea e raiz, além de ter sido designado notas de injúria de acordo com escala de nota pré-estabelecida.

As notas foram estabelecidas por meio da adaptação da escala de notas proposta por Bianco (2001) e Roza-Gomes et al. (2011). Foram consideradas nota 0= plantas sem injúria; nota 1= plantas sem redução do porte com presença de pontuações esbranquiçadas transversais na folha, mas que não chegam a perfura-la; nota 2 = plantas sem redução do porte, com lesões transversais nas folhas que aparentam pequenos furos; nota 3 = plantas sem redução do porte, com puncturas que coalescem formando orifícios com halos levemente amarelados; nota 4 = plantas com redução do porte, folhas com lesões que originaram contrições, ruptura e/ou necrose de parte da folha, no entanto

cartucho com desenvolvimento normal; nota 5 = plantas com redução do porte com folhas e cartucho lesionados pelas puncturas; nota 6 = plantas com acentuada redução no porte, cartucho enrolado e preso (encharutado) e/ou plantas com perfilhos; nota 7 = plantas com cartucho seco ou morto (Figura 1).

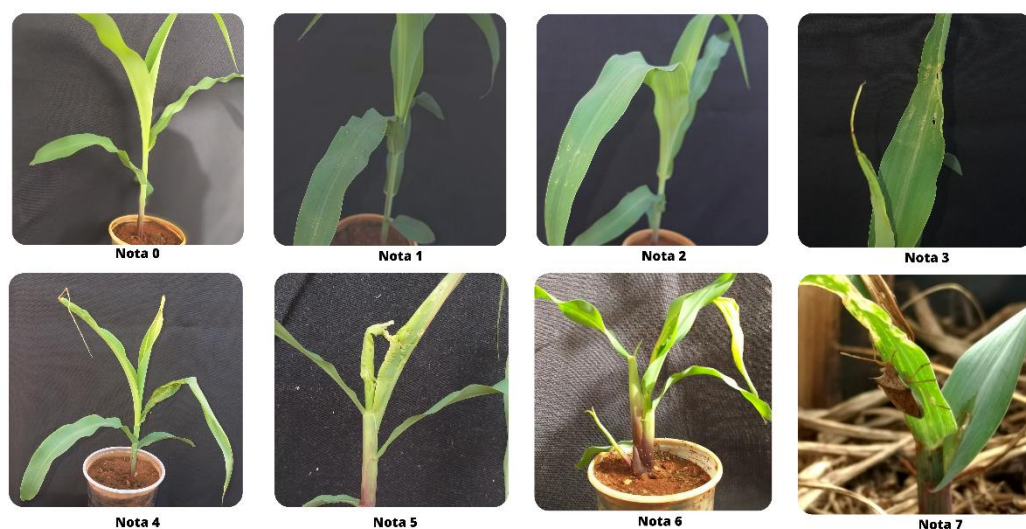


Figura 1. Escala de notas de injúria atribuídas a plantas de milho alimentadas pelo percevejo *Diceraeus melacanthus*.

2.4 Análise estatística

Para os dados de preferência alimentar calculou-se o índice de preferência pela fórmula adaptada de Kogan (1972):

$$DC = \frac{2A}{(A + T)}$$

$$SC = \frac{2T}{(T + A)}$$

Para os testes de dupla chance e sem chance de escolha, respectivamente. Nas fórmulas em questão “A” representa o número de percevejos presentes na planta não injuriada do genótipo, e “T” representa o número de percevejos nas plantas injuriadas do genótipo. Os valores do IP > 1,00 indicam preferência do percevejo pelas plantas não injuriadas, e IP < 1,00 refere-se à preferência dos percevejos pelas plantas injuriadas, e IP = 1,00 indica

preferência neutra do percevejo pelas plantas injuriadas e não injuriadas. Foram consideradas para os cálculos do IP as médias de percevejos nos genótipos nos tempos de 15 e 30 minutos e 1, 3, 6, 12, 24, 48 e 72 horas.

A porcentagem de redução dos parâmetros de crescimento das plantas (altura de planta, diâmetro de colmo, comprimento de raiz e massa seca de parte aérea e raiz) foi calculada com base na fórmula proposta por Reese et al. (1994):

$$X = \frac{(MA - MD)}{MA * 100}$$

Onde MA= variável de crescimento da testemunha (planta não injuriada); MD= variável de crescimento da planta injuriada.

Os dados referentes aos parâmetros de crescimento e porcentagem de redução foram analisados quanto a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene. Se necessários os dados foram transformados e posteriormente as médias submetidas a análise de variância (two-way ANOVA) em esquema de parcela subdividida no tempo, quanto aos efeitos dos fatores genótipo e injúria. Quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas pelo software R versão 3.6.1 (R Core Team, 2019).

3. Resultados

Foi observado diferença significativa quanto a preferência dos percevejos *D. melacanthus* pelos genótipos estudados ($p=0,001$). Os genótipos induzidos pela alimentação do percevejo que apresentaram menor atratividade média foram Defender, AG 8700, NS 77, CD 3612, K9960, Supremo Tg, 2B512 e MG 580 (Tabela 2).

Dentro dos horários de avaliação houve diferença significativa apenas para o tempo de 6h ($p=0,012$), sendo o mesmo grupo de genótipos que apresentaram menor atratividade média, exceto K9960 e MG 580.

Quanto ao índice de preferência, diferenças foram observadas quanto ao número de percevejos *D. melacanthus* entre plantas injuriadas e não injuriadas nos genótipos avaliados para testes em dupla chance de escolha e sem chance

de escolha (Figura 2). No teste com dupla chance de escolha (Figura 2a), a preferência dos insetos foi para plantas injuriadas, somente Supremo Vip, 2B533 e MG 580 foram estimulantes para testemunha.

Quando avaliado pelo teste sem chance de escolha (Figura 2b) a preferência dos percevejos, foi observado que, em geral, as plantas não injuriadas foram mais estimulantes. Exceto os genótipos CD 3612, NS77, Supremo Tg e AG 8700, estes apresentaram efeito estimulante dos percevejos para plantas injuriadas. Além dos genótipos K9960 e MG 580 que apresentaram índices próximos a um, indicando neutralidade.

Tabela 2. Atratividade e atratividade média ($\pm$ EPM) de adultos de *Diceraeus melacanthus* em genótipos de milho induzidos em teste sem chance de escolha.

Genótipos	Tempo									Atratividade média
	15 min	30 min	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h	48 h	72 h	
22M12	0.8 $\pm$ 0.25a	0.9 $\pm$ 0.23a	0.5 $\pm$ 0.22a	0.8 $\pm$ 0.29a	1.0 $\pm$ 0.26a	0.8 $\pm$ 0.20a	0.6 $\pm$ 0.22a	1.0 $\pm$ 0.26a	1.0 $\pm$ 0.21a	0.82 $\pm$ 0.08a
10A40	0.6 $\pm$ 0.27a	0.6 $\pm$ 0.22a	0.5 $\pm$ 0.17a	0.8 $\pm$ 0.20a	1.2 $\pm$ 0.20a	0.8 $\pm$ 0.20a	0.8 $\pm$ 0.20a	1.0 $\pm$ 0.21a	0.4 $\pm$ 0.16a	0.74 $\pm$ 0.06a
Feroz	0.5 $\pm$ 0.17a	0.7 $\pm$ 0.15a	0.7 $\pm$ 0.21a	0.7 $\pm$ 0.26a	1.3 $\pm$ 0.26a	0.6 $\pm$ 0.22a	0.5 $\pm$ 0.17a	0.6 $\pm$ 0.22a	0.5 $\pm$ 0.17a	0.68 $\pm$ 0.07a
Defender	0.6 $\pm$ 0.16a	0.6 $\pm$ 0.16a	0.4 $\pm$ 0.16a	0.3 $\pm$ 0.15a	0.4 $\pm$ 0.16b	0.4 $\pm$ 0.16a	0.6 $\pm$ 0.16a	0.3 $\pm$ 0.15a	0.2 $\pm$ 0.13a	0.42 $\pm$ 0.05b
Supremo Tg	0.4 $\pm$ 0.16a	0.4 $\pm$ 0.22a	0.4 $\pm$ 0.16a	0.6 $\pm$ 0.22a	0.4 $\pm$ 0.22b	0.8 $\pm$ 0.29a	0.5 $\pm$ 0.22a	0.6 $\pm$ 0.22a	0.8 $\pm$ 0.25a	0.54 $\pm$ 0.07b
Supremo Vip	0.6 $\pm$ 0.16a	0.5 $\pm$ 0.17a	0.6 $\pm$ 0.16a	0.7 $\pm$ 0.26a	1.1 $\pm$ 0.28a	0.4 $\pm$ 0.16a	0.6 $\pm$ 0.16a	0.5 $\pm$ 0.22a	0.5 $\pm$ 0.17a	0.61 $\pm$ 0.06b
CD 3612	0.2 $\pm$ 0.13a	0.4 $\pm$ 0.22a	0.3 $\pm$ 0.21a	0.4 $\pm$ 0.16a	0.6 $\pm$ 0.16b	0.4 $\pm$ 0.22a	0.4 $\pm$ 0.16a	0.7 $\pm$ 0.26a	0.5 $\pm$ 0.17a	0.43 $\pm$ 0.06b
K9960	0.2 $\pm$ 0.13a	0.3 $\pm$ 0.15a	0.2 $\pm$ 0.13a	0.4 $\pm$ 0.22a	0.9 $\pm$ 0.28a	0.5 $\pm$ 0.17a	0.6 $\pm$ 0.22a	0.6 $\pm$ 0.22a	0.9 $\pm$ 0.28a	0.51 $\pm$ 0.07b
AG 8700	0.4 $\pm$ 0.16a	0.2 $\pm$ 0.13a	0.3 $\pm$ 0.15a	0.5 $\pm$ 0.17a	0.4 $\pm$ 0.16b	0.4 $\pm$ 0.16a	0.3 $\pm$ 0.15a	0.6 $\pm$ 0.16a	0.7 $\pm$ 0.21a	0.42 $\pm$ 0.05b
NS 77	0.4 $\pm$ 0.22a	0.1 $\pm$ 0.10a	0.4 $\pm$ 0.16a	0.4 $\pm$ 0.16a	0.6 $\pm$ 0.22b	0.3 $\pm$ 0.15a	0.5 $\pm$ 0.22a	0.5 $\pm$ 0.17a	0.7 $\pm$ 0.21a	0.43 $\pm$ 0.06b
2B533	0.6 $\pm$ 0.22a	0.6 $\pm$ 0.22a	0.8 $\pm$ 0.20a	1.0 $\pm$ 0.21a	0.9 $\pm$ 0.23a	0.7 $\pm$ 0.21a	0.9 $\pm$ 0.23a	0.8 $\pm$ 0.20a	0.9 $\pm$ 0.28a	0.80 $\pm$ 0.07a
2B512	0.5 $\pm$ 0.22a	0.5 $\pm$ 0.22a	0.4 $\pm$ 0.22a	0.6 $\pm$ 0.22a	0.8 $\pm$ 0.25b	0.7 $\pm$ 0.15a	0.7 $\pm$ 0.15a	0.4 $\pm$ 0.16a	0.6 $\pm$ 0.16a	0.58 $\pm$ 0.06b
2B610	0.7 $\pm$ 0.21a	0.8 $\pm$ 0.20a	0.8 $\pm$ 0.20a	0.8 $\pm$ 0.20a	1.0 $\pm$ 0.26a	0.7 $\pm$ 0.26a	0.5 $\pm$ 0.27a	0.5 $\pm$ 0.17a	0.3 $\pm$ 0.15a	0.68 $\pm$ 0.07a
MG 580	0.3 $\pm$ 0.15a	0.3 $\pm$ 0.15a	0.4 $\pm$ 0.16a	0.6 $\pm$ 0.16a	1.4 $\pm$ 0.16a	0.5 $\pm$ 0.17a	0.6 $\pm$ 0.16a	0.6 $\pm$ 0.27a	0.6 $\pm$ 0.27a	0.59 $\pm$ 0.06b
30A37	0.6 $\pm$ 0.27a	0.9 $\pm$ 0.28a	0.9 $\pm$ 0.28a	0.7 $\pm$ 0.26a	0.9 $\pm$ 0.23a	0.7 $\pm$ 0.26a	0.9 $\pm$ 0.23a	0.7 $\pm$ 0.30a	0.9 $\pm$ 0.18a	0.80 $\pm$ 0.08a
IAC 8046	0.5 $\pm$ 0.22a	1.0 $\pm$ 0.26a	1.1 $\pm$ 0.28a	0.6 $\pm$ 0.16a	1.2 $\pm$ 0.29a	0.7 $\pm$ 0.21a	0.6 $\pm$ 0.27a	0.5 $\pm$ 0.22a	0.5 $\pm$ 0.27a	0.74 $\pm$ 0.08a
IAC 8390	0.5 $\pm$ 0.17a	0.4 $\pm$ 0.16a	0.7 $\pm$ 0.26a	0.7 $\pm$ 0.21a	1.3 $\pm$ 0.21a	0.8 $\pm$ 0.25a	0.5 $\pm$ 0.22a	0.7 $\pm$ 0.21a	0.3 $\pm$ 0.15a	0.66 $\pm$ 0.07a
F	0.663	1.650	1.310	0.714	2.062	0.646	0.6473	0.691	1.274	3.632
p-valor	0.826	0.062	0.197	0.776	0.012*	0.841	0.840	0.799	0.224	<0.001*

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade.

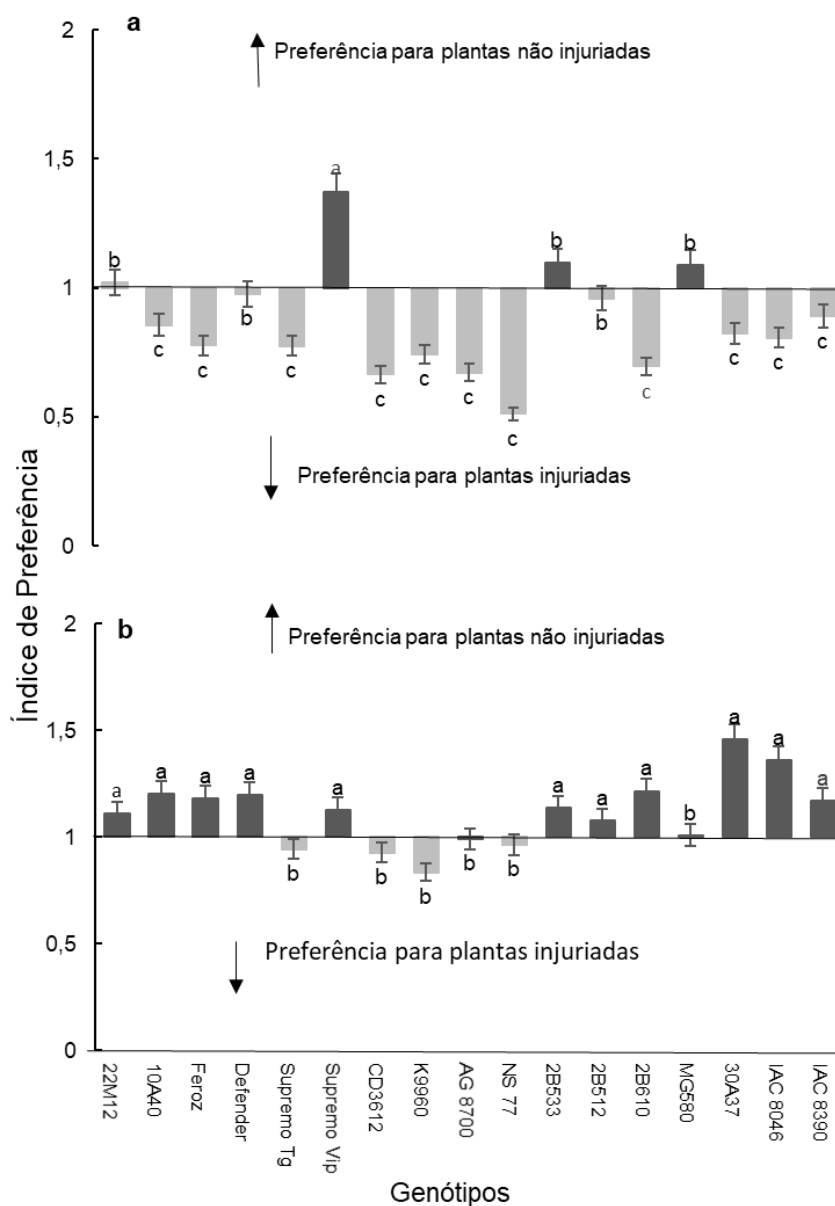


Figura 2. Índice de preferência do percevejo *Diceraeus melacanthus* em genótipos de milho para testes com dupla chance de escolha (a) e sem chance de escolha (b).

Para tolerância foi avaliado a taxa de crescimento das plantas. Para a variável altura de plantas aos cinco DAI foi observado diferença significativa entre os tratamentos ($p > 0,001$), sendo que os genótipos 22M12, 10A40, Feroz, Supremo Tg, Supremo Vip, K9960, 2B512, MG 580 e IAC 8046 apresentaram valores menores de altura, quando comparado com a testemunha. Aos 10 DAI foi observado diferença na altura de plantas induzidas e testemunha para os

genótipos CD 3612, K9960, 2B533, 2B512, 2B610 e 30A37, sendo que os maiores valores de altura foram observados para plantas induzidas (Tabela 3).

Diferença significativa ($p > 0,001$) também foi observado para a variável diâmetro de colmo aos cinco DAI, a maioria dos genótipos apresentaram maior diâmetro para plantas induzidas em relação a testemunha, exceto os genótipos Supremo Tg, 2B533 e IAC 8046 que se igualaram a testemunha. A mesma tendência foi observada aos 10 DAI, excluindo do grupo os genótipos 10A40, 2B533 e IAC 8046 que não diferiram da testemunha.

Quando avaliado o comprimento radicular aos cinco DAI foi observada diferença significativa entre os genótipos ($p > 0,001$), sendo que plantas induzidas apresentaram os maiores comprimentos quando comparado a testemunha. A mesma tendência foi observada aos 10 DAI, no entanto nesta avaliação os genótipos que apresentaram diferença foram 22M12, Feroz, Defender, CD 3612, AG 8700, NS 77, 2B533, 2B512, MG 580, 30A37 e IAC 8046.

Não foi observado diferença significativa para a variável massa seca de parte aérea aos cinco DAI. Já aos 10 DAI os genótipos Defender, Supremo TG, Supremo Vip, AG 8700, 2B512, 2B610, MG 580 e 30A37 apresentaram maior peso para plantas induzidas do que testemunha. O mesmo padrão foi observado para massa seca de raiz, sem diferença significativa entre os genótipos aos cinco DAI, mas com diferença significativa no peso para os genótipos Feroz, Supremo Vip, CD 3612, 2B512 e 2B610 com valores superiores para plantas induzidas.

Tabela 3. Avaliação da tolerância entre plantas de milho induzidas previamente pela alimentação de *Diceraeus melacanthus* (com e sem testemunha) para parâmetros de crescimento aos cinco e dez dias após infestação.

Tratamentos		Altura (cm)		Diâmetro (mm)		Crescimento de raiz (cm)		Massa seca de parte aérea (g)		Massa seca de Raiz (g)	
Genótipos	Indução	Tempos (dias)		Tempos (dias)		Tempos (dias)		Tempos (dias)		Tempos (dias)	
		5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
22M12	Com	12,18±1,14bB	15,32±1,21aA	7,91±0,70aB	10,27±1,48aA	40,54±5,21aA	44,56±6,32aA	0,7291±0,15aB	1,2166±0,26bA	0,3685±0,03aA	0,4667±0,10bA
	Sem	13,77±1,75aB	16,90±0,97aA	6,58±0,24bB	8,70±1,10bA	35,47±4,34bA	35,70±0,66bA	0,7418±0,08aB	1,6323±0,19aA	0,3831±0,09aB	0,6897±0,17aA
10A40	Com	10,84±1,17bA	13,22±0,32bA	9,35±0,85aA	9,40±0,80bA	40,12±5,77aA	35,62±3,23bA	1,0359±0,26aA	1,1940±0,15bA	0,4621±0,05aA	0,5221±0,08bA
	Sem	13,40±1,15aB	13,65±0,15bA	6,84±0,79bB	9,31±1,48bA	29,65±2,05bA	31,85±0,25bA	0,7428±0,14aB	1,4125±0,24aA	0,4221±0,17aB	0,7538±0,18aA
Feroz	Com	11,30±0,76bA	13,70±1,08bA	8,94±0,61aA	10,50±0,46aA	47,84±2,38aA	41,28±2,87aA	0,7825±0,01aB	1,2342±0,10bA	0,4249±0,01aB	0,6409±0,07aA
	Sem	13,23±0,81aA	14,27±0,08bA	7,31±1,14bA	8,91±1,76bA	28,33±3,75bA	28,80±4,19bA	0,9079±0,16aA	1,2455±0,24bA	0,4266±0,12aA	0,5988±0,15bA
Defender	Com	13,72±0,58aB	17,98±1,34aA	7,94±0,34aA	9,69±0,68aA	39,06±4,46aA	42,82±6,81aA	0,8954±0,08aB	1,6438±0,35aA	0,3984±0,02aB	0,7416±0,09aA
	Sem	13,30±1,25aB	16,43±0,72aA	7,06±0,96bA	8,29±1,14bA	27,77±3,26bA	37,70±8,02bA	0,7148±0,13aB	1,3051±0,23bA	0,4315±0,11aB	0,6416±0,19aA
Supremo	Com	12,12±0,35aB	16,36±1,49aA	8,56±0,38aB	11,00±0,99aA	45,84±1,94aA	35,40±3,14bA	0,8061±0,05aB	1,5184±0,19aA	0,4885±0,03aA	0,6080±0,08bA
Tg	Sem	16,17±1,97aA	16,13±0,61aA	8,31±0,86aB	8,64±1,18bA	28,50±4,10bA	36,63±6,85bA	1,1399±0,12aA	1,3196±0,27bA	0,3740±0,12aB	0,6932±0,26aA
Supremo	Com	11,66±0,34bB	15,12±1,53aA	7,99±0,53aA	10,68±0,78aA	47,70±4,14aA	36,42±1,87bA	0,8817±0,11aB	1,6136±0,33aA	0,4950±0,07aB	0,7554±0,12aA
Vip	Sem	14,80±2,00aA	15,33±0,53aA	7,12±0,39bA	8,24±0,94bA	27,37±1,25bA	30,60±6,05bA	0,8759±0,11aA	1,2389±0,22bA	0,3791±0,06aB	0,6027±0,21bA
CD 3612	Com	11,66±0,50bB	15,16±0,77aA	8,11±0,53aA	9,87±0,52aA	46,20±2,94aA	42,68±3,63aA	0,9289±0,11aA	1,3217±0,15bA	0,4742±0,06aA	0,6485±0,09aA
	Sem	12,00±1,60bA	14,07±0,93bA	7,31±0,56bA	8,65±0,48bA	33,30±6,03bA	34,43±1,26bA	0,9273±0,12aB	1,4536±0,30aA	0,4184±0,11aB	0,6170±0,15bA
K9960	Com	12,08±1,13bA	14,16±0,70bA	8,23±0,47aA	9,82±0,57aA	52,46±6,16aA	52,54±6,61aA	0,8444±0,16aA	1,0079±0,19bA	0,3954±0,06aA	0,4326±0,07bA
	Sem	13,20±1,05aA	15,57±0,92aA	6,86±0,94bA	8,11±0,86bA	30,50±5,20bA	40,30±6,00aA	0,6663±0,07aA	1,0385±0,19bA	0,2899±0,06aA	0,4679±0,11bA
AG 8700	Com	12,16±0,76bA	13,78±0,97bA	8,60±0,19aA	9,95±0,40aA	46,88±3,05aA	46,94±6,46aA	1,1907±0,17aA	1,5997±0,16bA	0,6288±0,08aA	0,7968±0,03aA
	Sem	11,43±0,63bA	12,87±0,33bA	6,74±0,73bB	8,77±1,06bA	34,40±4,94bA	37,73±7,59bA	0,8111±0,11aB	1,2314±0,29bA	0,4105±0,11aB	0,7355±0,20aA
NS77	Com	11,24±0,62bB	13,72±1,31bA	8,53±0,41aA	9,93±0,72aA	46,48±3,84aA	47,94±3,15aA	0,7830±0,12aB	1,3413±0,34bA	0,4749±0,05aA	0,6130±0,11bA
	Sem	12,00±1,56bA	13,63±0,39bA	6,66±0,68bA	8,38±1,83bA	35,70±3,12bA	39,20±6,45bA	0,8126±0,18aA	1,1038±0,48bA	0,3526±0,09aB	0,6033±0,21bA
2B533	Com	13,00±1,36aB	15,64±0,43aA	8,41±0,69aA	9,07±2,24bA	41,60±4,58aA	46,14±4,96aA	1,2489±0,29aB	1,7576±0,06aA	0,5053±0,09aB	0,7876±0,04aA
	Sem	14,73±1,12aA	14,73±0,63bA	7,59±0,72aA	8,77±0,99bA	29,73±0,98bA	35,43±5,34bA	1,2351±0,02aA	1,4379±0,22aA	0,4385±0,13aB	0,7000±0,14aA
2B512	Com	11,36±0,79bB	14,72±0,99aA	8,00±0,27aB	9,99±0,94aA	45,84±3,62aA	47,08±4,31aA	0,9417±0,05aB	1,4583±0,17aA	0,5320±0,05aA	0,6987±0,05aA
	Sem	12,90±1,25aA	12,57±0,44bA	6,82±0,79bA	7,23±1,47bA	32,50±7,45bA	33,90±6,27bA	1,0539±0,05aA	0,8584±0,24bA	0,3849±0,09aA	0,5321±0,19bA
2B610	Com	12,40±0,89aB	15,36±0,96aA	8,05±0,54aA	9,82±0,98aA	49,22±5,63aA	38,16±2,98bA	0,9971±0,16aB	1,5292±0,19aA	0,4744±0,05aA	0,6521±0,08aA
	Sem	14,03±1,17aA	13,97±0,55bA	7,29±0,37bA	7,01±0,96bA	30,13±3,36bA	30,00±1,88bA	1,0065±0,13aA	0,8937±0,18bA	0,4474±0,12aA	0,5490±0,17bA
MG 580	Com	10,68±0,42bB	15,24±0,99aA	9,12±0,20aB	11,30±1,07aA	40,76±2,93aA	42,14±4,81aA	0,9940±0,08aB	1,6484±0,22aA	0,4988±0,03aB	0,7184±0,06aA
	Sem	13,40±2,61aA	12,97±1,47bA	7,32±0,15bA	8,24±0,89bA	29,97±3,62bA	34,63±9,64bA	0,9681±0,08aA	1,0573±0,17bA	0,3555±0,10aB	0,7179±0,16aA

Continuação da tabela 3

30A37	Com	11,12±0,67bB	14,70±0,49aA	7,93±0,27aB	10,88±0,91aA	40,36±5,36aA	47,52±4,17aA	0,8916±0,15aB	1,4179±0,18aA	0,4568±0,07aB	0,6581±0,04aA
	Sem	11,53±0,62bB	14,43±1,57bA	5,99±1,01bB	8,29±0,65bA	23,70±0,45bB	39,70±8,21bA	0,8311±0,08aB	1,2643±0,09bA	0,3297±0,14aB	0,6755±0,15aA
IAC 8046	Com	10,12±1,03bB	13,54±0,55bA	9,07±,39aB	11,23±0,79aA	44,20±3,18aA	44,64±3,67aA	0,9500±0,13aA	1,1849±0,18bA	0,5029±0,04aA	0,6331±0,09aA
	Sem	13,53±0,90aA	13,03±0,32bA	8,87±0,40aA	9,97±1,39aA	28,57±2,74bA	26,23±3,38bA	0,9398±0,03aA	1,1005±0,26bA	0,4523±0,11bA	0,7443±0,24aA
IAC 8390	Com	7,80±0,43bB	11,62±0,50bA	8,82±1,08aB	11,10±0,65aA	39,76±2,53aA	39,74±7,22bA	0,5202±0,05aB	1,3181±0,04bA	0,3760±0,05aB	0,6040±0,06bA
	Sem	11,30±1,62bA	12,07±1,41bA	6,75±0,69bA	7,85±0,54bA	26,07±1,04bA	26,07±5,90bA	0,6493±0,03aA	0,9615±0,13bA	0,3258±0,09aA	0,5036±0,06bA
Valor de F											
Tratamentos(Tr)		3,256		2,063		4,813		1,766		1,654	
Bloco (B)		7,580		25,456		8,183		13,351		30,218	
Tempo (Te)		104,462		78,312		0,401		117,408		117,975	
Interação (Tr x Te)		1,047		0,482		0,876		1,074		0,013	
p valor											
Tratamentos(Tr)		>0,001*		0,001*		>0,001*		0,008*		0,018*	
Bloco (B)		>0,001*		>0,001*		>0,001*		>0,001*		>0,001*	
Tempo (Te)		>0,001*		>0,001*		0,527		>0,001*		>0,001*	
Interação (Tr x Te)		0,406		0,993		0,667		0,369		0,972	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade

Quando avaliado a porcentagem de redução dos dados morfológicos da planta comparando planta injuriada com a testemunha (Tabela 4), para variável altura de planta na avaliação de cinco DAI, os genótipos MG 580, Supremo Vip, Supremo Tg, IAC 8046 e IAC 8390 apresentaram reduções superiores a 20%. Para a avaliação de 10 DAI as porcentagens de redução foram menores atingindo o máximo de 12%.

Para diâmetro de colmo não houve diferença significativa entre os genótipos em nenhum dos tempos, com valores inferiores a 5%.

As porcentagens de redução do crescimento radicular também não apresentam diferenças significativas aos 5 DAI. Na segunda avaliação as reduções também foram inferiores a 9%.

Para a massa seca de parte aérea as maiores porcentagens de redução variaram de 12 a 26% aos cinco DAI, sendo que os genótipos IAC 8046, 2B610, Feroz, 22M12, IAC 8390 e Supremo Tg foram os que apresentaram as maiores reduções. Aos 10 DAI as maiores reduções foram observadas para os genótipos CD 3612 (15,08%), K9960 (16,12%), NS 77 (19,52%), 10A40 (21,22%) e 22M12 (30,88%).

Quanto a massa seca de raiz os genótipos não diferiram significativamente entre si, sendo que a redução máxima foi de 11% para o genótipo 2B533. Já aos 10 DAI houve diferença significativa, e os genótipos que mais reduziram a massa radicular foram NS 77, Supremo Tg, K9960, IAC 8046, 10A40 e 22M12.

Para a variável nota de injúria (Figura 3) não foi observado diferença significativa entre os genótipos. Em geral, para plantas induzidas as notas de injúria não foram superiores a nota 4, indicando apenas uma leve redução na altura, mas sem afetar consideravelmente o desenvolvimento das plantas. Embora não tenha sido observado diferença significativa na avaliação de cinco DAI foi notado tendência de notas superiores comparado com a avaliação de 10 DAI, com leve progressão da injúria, exceto para os genótipos 10A40, 2B610, MG 580 e IAC 8390, onde a lesão aos 10 DAI regrediu.

Tabela 4. Porcentagem de redução entre testemunha e planta induzida pelo percevejo *Diceraeus melacanthus* para os parâmetros de crescimento de planta de milho aos cinco e dez dias de avaliação.

Genótipos	Porcentagem de redução (%)									
	Altura		Diâmetro		Crescimento de raiz		Massa seca de parte aérea		Massa seca de raiz	
	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
22M12	14,20±6,55bA	12,56±5,26aA	0,04±0,04aA	5,22±5,22bA	7,28±4,48aA	1,80±1,80bA	17,38±5,33aA	30,88±11,67aA	7,76±4,40aB	35,42±12,12aA
10A40	10,96±8,48bA	5,78±1,71aA	0,00±0,00aA	4,50±3,07bA	0,24±0,24aA	5,74±5,59aA	4,10±2,52bA	21,22±9,59aA	2,20±2,20aB	25,36±10,40aA
Feroz	14,60±5,76bA	9,68±4,30aA	0,32±0,32aA	0,00±0,00bA	0,00±0,00aA	0,00±0,00bA	13,82±1,00aA	8,26±4,53bA	2,80±1,49aA	5,30±2,79bA
Defender	3,00±1,83bA	1,02±1,02bB	0,96±0,96aA	0,54±0,54bA	1,70±1,70aB	8,44±6,78aA	1,60±1,60bA	6,44±4,60bA	9,84±4,17aA	6,28±4,01bA
Sup. Tg	25,04±2,23aA	5,70±4,60aA	2,40±1,66aA	1,86±1,86bA	0,00±0,00aB	8,98±4,12aB	26,30±4,41aA	7,54±7,54bB	0,00±0,00aB	17,10±7,92aA
Sup. Vip	21,22±2,33aA	8,92±3,17aA	3,46±3,46aA	0,50±0,50bA	0,00±0,00aA	0,00±0,00bA	9,88±7,30bA	3,96±2,87bA	1,54±1,37aA	4,44±2,94bA
CD3612	5,00±2,73bA	1,94±1,94aA	1,94±1,23aA	1,56±1,56bA	0,00±0,00aA	0,48±0,48bA	8,64±7,67bA	15,08±6,41aA	7,56±7,56aA	10,16±10,16bA
K9960	13,32±5,46bA	10,38±3,42aA	0,18±0,18aA	0,00±0,00bA	1,24±1,24aA	0,80±0,80bA	5,78±5,78bA	16,12±7,16aA	0,00±0,00aB	17,76±7,71aA
AG8700	2,74±1,73bA	3,52±3,52bA	0,00±0,00aA	0,00±0,00bA	0,00±0,00aA	2,38±1,68bA	0,00±0,00bA	0,76±0,76bA	0,00±0,00aA	1,34±1,34bA
NS77	8,18±4,00bA	8,46±5,62aA	0,00±0,00aA	1,16±1,16bA	0,00±0,00aA	1,12±1,12bA	14,72±6,57aA	19,52±12,19aA	3,40±3,40aA	15,94±9,89aA
2B533	15,24±6,86bA	0,24±0,24bB	5,12±5,12aA	1,48±1,48bA	1,84±1,84aA	0,00±0,00bA	18,12±13,59aA	0,00±0,00bB	11,76±11,76aA	0,00±0,00bA
2B512	13,64±4,83bA	1,54±1,54bB	0,00±0,00aA	0,00±0,00bA	0,00±0,00aA	0,00±0,00bA	10,98±5,00aA	0,00±0,00bB	0,00±0,00aA	0,00±0,00bA
2B610	13,58±4,86bA	1,68±1,68bB	1,28±1,28aA	0,00±0,00bA	0,00±0,00aA	0,00±0,00bA	13,16±6,28aA	0,66±0,66bA	6,10±2,59aA	3,56±3,56bA
MG580	20,28±3,18aA	1,64±1,64bB	0,00±0,00aA	0,72±0,72bA	0,00±0,00aA	4,26±2,72aA	4,48±7,64bA	3,28±3,28bA	0,00±0,00aA	6,66±3,44bA
30A37	6,94±4,25bA	2,16±2,11bA	0,00±0,00aA	0,00±0,00bA	0,00±0,00aA	0,36±0,36bA	11,62±6,94bA	5,68±3,83bA	1,58±1,58aA	7,36±5,31bA
IAC 8046	25,22±7,66aA	2,26±2,18bB	2,60±1,75aA	2,54±1,57bA	0,00±0,00aA	0,00±0,00bA	12,68±6,94aA	10,86±7,99bA	1,56±1,56aB	20,08±10,28aA
IAC 8390	30,98±3,85aA	5,48±3,30aB	0,32±0,32aA	0,00±0,00bA	0,00±0,00aA	1,88±1,88bA	19,88±8,23aA	0,00±0,00bB	7,32±7,32aA	4,24±4,24bA
Valor de F										
Genótipo (G)	3,116		1,222		1,467		1,999		1,860	
Bloco (B)	8,468		1,256		0,294		4,663		5,186	
Tempo (T)	54,130		0,803		3,966		4,947		14,018	
Interação (G x T)	2,131		0,550		28,93		2,293		2,008	
p-valor										
Genótipo (G)	>0,001*		0,260		0,121		0,017*		0,029*	
Bloco (B)	>0,001*		0,290		0,881		0,001*		>0,001*	
Tempo (T)	>0,001*		0,372		0,048*		0,027*		>0,001*	
Interação (G x T)	0,010*		0,915		0,170		0,005*		0,016*	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade

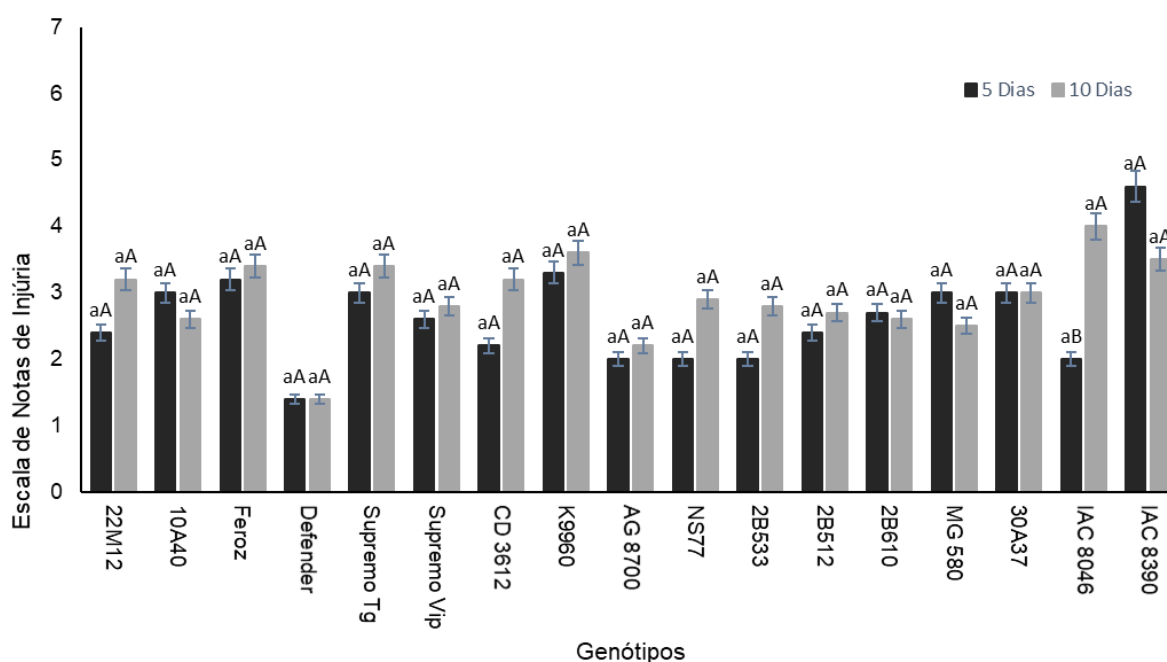


Figura 3. Escala de notas de injúrias ocasionadas pelo percevejo *Diceraeus melacanthus* em plantas de milho aos cinco e dez dias após infestação.

4. Discussão

Neste estudo, explorou-se o efeito da pré-infestação de plantas de milho pelo percevejo *D. melacanthus*, simulando uma possível indução das plantas ao ataque posterior do percevejo.

Foi verificado que quando comparadas pelo teste de preferência alimentar, plantas de milho induzidas e testemunha (sem infestação), apresentaram dois padrões opostos, para os testes com dupla chance e sem chance de escolha. A exposição conjunta de plantas induzidas e testemunha (teste dupla chance) ao percevejo *D. melacanthus* mostrou maior preferência pelos genótipos induzidos, ao contrário, quando expostas separadamente (sem chance) houve maior preferência pelas testemunhas.

Essa condição infere que esse padrão possa estar envolvido na emissão de compostos voláteis, que desencadeou uma resposta protetora nas plantas testemunhas, no caso do teste com dupla chance de escolha. Pois, compostos

voláteis tem importante papel no aumento do nível de resistência de plantas vizinhas (Ton et al., 2007).

Plantas de milho não danificadas tem a capacidade de desenvolver ação defensiva contra a herbivoria de insetos em resposta a voláteis de plantas induzidos por insetos (HIPVs) que são emitidos por plantas co-específicas infestadas. Sabe-se também que esta defesa pode ser mantida por até cinco dias após a exposição (Sugimoto e Arimura, 2013).

Esses resultados corroboram com os encontrados por Qi et al. (2016), na qual mostraram fortes evidências que plantas de milho receptoras de compostos voláteis desencadearam defesa reforçada contra o ataque da lagarta do arroz *Mythimna separata* (Walker), um inseto especialista. E com os estudos de Nascimento et al. (2023) que observaram que a alimentação de *D. melacanthus* ativa defesas indiretas no milho, induzindo a emissão de HIPVs e atraindo o inimigo natural do percevejo.

Plantas usam mecanismos de defesa induzidos para combater a herbivoria de insetos, e é a regulação local e sistêmica de toxinas, proteínas de defesa, barreiras físicas e traços de tolerância que as protegem contra a herbivoria (Erb e Reymond, 2019).

Neste estudo, a tolerância foi avaliada pelos parâmetros de crescimento das plantas de milho. Plantas que foram induzidas e posteriormente infestadas com *D. melacanthus* apresentaram redução no crescimento em altura, no entanto, os genótipos Defender, CD 3612, AG 8700, NS 77, 2B533, 2B610, 30A37 e IAC 8390 não diferiram estatisticamente da testemunha, evidenciando potencial efeito tolerante à alimentação do percevejo na avaliação de cinco DAI, pois espera-se que genótipos que apresentem tolerância mantenham o mesmo padrão de crescimento da testemunha. Aos 10 DAI houve recuperação da planta, e as medidas da variável altura se igualaram aos valores da testemunha.

A indução também influenciou no aumento do diâmetro de colmo, uma possível estratégia de defesa da planta, pois quanto maior o diâmetro de colmo, menor as chances do inseto atingir o ponto de crescimento das plantas. Esse padrão se manteve na avaliação de 10 DAI. Resultado esse que demonstrou característica positiva da indução, para o aumento do diâmetro das plantas, pois em geral, a alimentação de *D. melacanthus* afeta negativamente essa variável, como pode ser

observados nos estudos de Bueno et al. (2021), onde o diâmetro das plântulas de milho foi reduzido pela infestação do percevejo.

Também foi observado que as plantas que passaram pela indução apresentaram notas de injúria inferiores a 4. Ou seja, mesmo com alta infestação, a alimentação do percevejo ocasionou lesões leves na planta, possível efeito da indução, que reduziu a severidade da alimentação do percevejo, pela ativação de possíveis mecanismos de defesa. No entanto, mais trabalhos devem ser conduzidos para se confirmar esse efeito.

O maior crescimento radicular para plantas induzidas pode estar relacionado a taxa de compensação. Ou seja, as plantas compensam a herbivoria sofrida investindo no crescimento radicular. Os estudos de Robert et al. (2015) demonstraram que plantas de milho tolerantes infestadas pela larva de *Diabrotica virgifera virgifera* (LeConte) produziram mais biomassa de raiz e até compensaram as raízes perdidas, com ausência desse efeito em linhagens suscetíveis.

Dentre os genótipos avaliados, além de apresentar resistência na categoria por antixenose, o genótipo Defender também apresentou características de tolerância ao percevejo *D. melacanthus*. As medidas dos parâmetros de crescimento não diferiram da testemunha, ou seja, este genótipo conseguiu suportar a alimentação do percevejo sem afetar consideravelmente o desenvolvimento das plantas.

Em literatura foi verificado que o genótipo Defender apresenta tolerância ao complexo de enfezamentos do milho (Costa et al., 2019) e baixo fator de reprodução para nematoides. No entanto, para confirmar a tolerância deste genótipo ao percevejo *D. melacanthus* mais estudos a campo devem ser desenvolvidos.

Genótipos que apresentam características de tolerância são vantajosos para serem usados no MIP, pois a tolerância não afeta a biologia nem o comportamento do inseto, sendo assim, pode tornar mais difícil a praga adquirir resistência a essa planta tolerante (Peterson et al., 2017). Além disso, é necessário que sejam investigados quanto as características de defesa que apresentam, podendo apresentar genes que ativam sistema de defesa específicos para garantirem proteção de plântulas de milho a alimentação do percevejo *D. melacanthus* e outras pragas sugadoras.

É de grande importância que genótipos de milho existentes no mercado sejam estudados para identificação de características físicas, químicas e morfológicas que

conferem resistência aos insetos (Qi et al., 2018). E a busca por essas características é fundamental, visto o panorama que se encontra hoje para o manejo do percevejo *D. melacanthus* na cultura do milho.

5. Conclusões

A indução de plantas de milho com a pré-infestação do percevejo *D. melacanthus* propiciou aumento do diâmetro colmo e comprimento radicular de plantas de milho.

Verificou-se que o genótipo de milho Defender possui características que lhe definem como resistente na categoria por antixenose e tolerante aos danos do percevejo *D. melacanthus*. No entanto, mais estudos devem ser desenvolvidos para investigar as possíveis características de resistência e tolerância que este genótipo apresenta.

6. Referências

- Andrioli I, Centurion JF (1999) Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 1-4.
- Arimura GI, Ozawa R, Maffei ME (2011) Recent advances in plant early signaling in response to herbivory. **International Journal of Molecular Sciences** 12:3723–3739. doi:10.3390/ijms12063723.
- Bianco, R (2001) Avaliação de cultivares de milho quanto ao dano do percevejo barriga verde, *Dichelops* spp. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, **Anais...** Londrina: IAPAR, p. 21.
- Boiça Júnior AL, Freitas MM, Freitas CA, Di Bello, MM, Ulhoa LA, Pascutti TM, Souza BHS (2019) Respostas induzidas de defesa das plantas e implicações no manejo integrado de pragas. In.: Castilho RC, Rezende GF, Nascimento J, Rossi GD (Eds.) **Tópicos em Entomologia Agrícola - XII**. Jaboticabal: Gráfica e Editora Multipress, p. 137-160.
- Bueno NM, Baldin ELL, Melotto G, Silva IF, Santos TLB, Ribeiro LP, Koch RL (2021) Potential for injury from different life stages of *Diceraeus melacanthus* and *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) on corn seedlings. **Phytoparasitica** 49:883–892. doi:10.1007/s12600-021-00925-9.
- Canassa VF, Baldin ELL, Bentivenha JPF, Pannuti LER, Lourenção AL (2017) Resistance to *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) in soybean

genotypes of diferente maturity groups. **Bragantia** 76:257-265. doi.org/10.1590/1678-4499.068

Costa EN (2016) **Metodologia de pesquisa, categorias e mecanismos de resistência em milho a *Diabrotica speciosa* (Germar) e *Oligonychus pratensis* (Banks)**. 121 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Unesp, Jaboticabal.

Costa RV, da Silva DD, Cota LV, Campos LJM, de Almeida REM, Bernardes FP (2019) Incidence of corn stunt disease in off-season corn hybrids in different sowing seasons. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 54:1-9. doi:10.1590/S1678-3921.PAB2019.V54.00872.

Erb M, Reymond P (2019) Molecular interactions between plants and insect herbivores. **Annual Review of Plant Biology** 70:527-557. doi: 10.1146/annurev-arplant-050718-095910

Koch KG, Chapman K, Louis J, Heng-Moss T, Sarath G (2016) Plant tolerance: A unique approach to control hemipteran pests. **Frontiers in Plant Science** 7:1–12. doi:10.3389/fpls.2016.01363.

Kogan M (1972) Feeding and nutrition of insects associated with soybeans. 2. Soybean resistance and host preferences of the Mexican Bean Beetle, *Epilachna varivestis*. **Annals of the Entomological Society of America** 65:675–683. doi.org/10.1093/aesa/65.3.675.

Malook SU, Xu Y, Qi J, Li J, Wang L, Wu J (2021) *Mythimna separata* herbivory primes maize resistance in systemic leaves. **Journal of Experimental Botany** 72:3792–3805. doi:10.1093/jxb/erab083.

Mithofer A, Boland W (2012) Plant defense against herbivores: chemical aspects. **Annual Review of Plant Biology** 63:431–450.

Nascimento IN, Michereff MFF, Pereira WE, Villas-Boas PR, Gusmão MR, Caufield J, Laumann RA, Borges M, Blassioli-Moraes MC (2023) Role of herbivore-induced maize volatiles in the chemotactic behaviour of *Telenomus podisi* and *Diceraeus melacanthus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 171:196-205. <https://doi.org/10.1111/eea.13274>

Peterson RKD, Varella AC, Higley LG (2017) Tolerance: The forgotten child of plant resistance. **PeerJ** 2017: 1–16. doi:10.7717/peerj.3934.

Qi J, Malook S ul, Shen G, Gao L, Zhang C, Li J, Zhang J, Wang L, Wu J (2018) Current understanding of maize and rice defense against insect herbivores. **Plant Diversity** 40:189–195. doi:10.1016/j.pld.2018.06.006.

Qi J, Sun G, Wang L, Zhao C, Hettenhausen C, Schuman MC, Baldwin IT, Li J, Song J, Liu Z, Xu G, Lu X, Wu J (2016) Oral secretions from *Mythimna separata* insects specifically induce defence responses in maize as revealed by high-dimensional biological data. **Plant Cell and Environment** 39:1749–1766. doi:10.1111/pce.12735.

Ramadan A, Muroi A, Arimura GI (2011) Herbivore-induced maize volatiles serve as priming cues for resistance against post-attack by the specialist armyworm *Mythimna*

separata. **Journal of Plant Interactions** 6:155–158. doi:10.1080/17429145.2010.544775.

R Core Team (2019). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Reese JC, Schwenke JR, Lamont PS, Zehr DD (1994) Importance and quantification of plant tolerance in crop pest management programs for Aphids : Greenbug resistance in Sorghum. **Journal of agricultural Entomology** 11:255–270.

Robert CAM, Schirmer S, Barry J, Wade French, B., Hibbard, B.E. and Gershenzon, J. (2015) Belowground herbivore tolerance involves delayed overcompensatory root regrowth in maize. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 157:113-120. <https://doi.org/10.1111/eea.12346>

Roza- Gomes MF, Salvadori JR, Pereira PRV da S, Panizzi AR (2011) Injúrias de quatro espécies de percevejos pentatomídeos em plântulas de milho. **Ciência Rural** 41:1115–1119. doi:10.1590/S0103-84782011005000081.

Sugimoto K, Arimura GI (2013) Maize plants prime anti-herbivore responses by the memorizing and recalling of airborne information in their genome. **Plant Signaling and Behavior** 8:7–9. doi:10.4161/psb.25796.

Ton J, D'Alessandro M, Jourdie V, Jakab G, Karlen D, Held M, Mauch-Mani B, Turlings TCJ (2007) Priming by airborne signals boosts direct and indirect resistance in maize. **Plant Journal** 49:16–26. doi:10.1111/j.1365-313X.2006.02935.x.

CAPÍTULO 5 – Considerações Finais

Considerada uma cultura de grande importância econômica, o milho é uma das plantas mais cultivadas no Brasil. No entanto, um dos importantes fatores que limitam sua produção é o ataque de insetos-praga, que se alimentam das plantas de milho durante todo o ciclo da cultura. Entre as pragas que causam danos ao milho, destaca-se o percevejo barriga-verde *Diceraeus melacanthus* Dallas, 1851 (Hemiptera: Pentatomidae), praga que se alimenta de plântulas de milho na fase inicial de desenvolvimento, e que se não forem adequadamente manejadas, podem ocasionar perdas de até 100% na lavoura.

Nos últimos anos, as intensas perdas de produtividade ocasionadas à cultura levantaram um alerta quanto ao manejo desse inseto, principalmente na produção do milho de segunda safra. Nesse sistema o milho é cultivado após a soja, o que culmina com alta população do percevejo no campo, aliado ao fato de que o inseto tem o hábito de se esconder sob a palha das plantas recém-colhidas, dificultado o controle. Juntamente a esse fato, o percevejo *D. melacanthus* se alimenta na base do colmo das plantas de milho logo após a emergência, sendo de grande importância o manejo desse inseto no início do desenvolvimento da cultura para que não haja perdas no estande de plantas.

As principais estratégias de manejo para *D. melacanthus* na cultura do milho são, o tratamento de sementes e o controle químico em pós-emergência, no entanto, mesmo essas práticas, não estão sendo eficazes para reduzir os danos ocasionados na cultura. Portanto, se faz necessário o estudo de outros métodos de controle alternativos dentro do manejo integrado de pragas. Nesse contexto, a resistência de plantas a insetos (RPI) torna-se uma importante tática de manejo para o controle do percevejo *D. melacanthus*.

Ao longo da evolução, as plantas desenvolveram mecanismo próprios de defesa a estresses bióticos e abióticos, que podem ser classificados em constitutivos,

quando são naturalmente apresentados pela planta, ou induzidos quando ativados em resposta a estímulos extrínsecos. Dentro desses parâmetros buscou-se investigar possíveis características de resistência de genótipos de milho que pudessem ser interessantes no manejo do percevejo barriga verde.

A antixenose é uma categoria de resistência, na qual, plantas apresentam características que as tornam menos preferidas para alimentação, oviposição e abrigo de espécies de insetos. Nesse estudo, os genótipos que apresentaram efeito antixenótico foram Defender, Supremo Tg, NS 77, 30A37 e IAC 8390 quando avaliados pela resistência constitutiva. E Defender quando avaliados pela resistência induzida.

Genótipos com características de tolerância também são importantes no manejo de pragas, pois não afetam diretamente o desenvolvimento do inseto, reduzem pressão de seleção e aplicações de inseticidas, além de conservarem populações de inimigos naturais. Neste estudo, constatou-se que os genótipos Defender, CD 3612 e AG 8700 apresentaram indícios de tolerância que foram avaliados tanto pelos testes de resistência constitutiva quanto induzida.

Os resultados deste estudo identificaram que o genótipo Defender apresenta potencial resistência tanto na categoria por antixenose, quanto tolerância, contribuindo para programas de melhoramento de plantas que visam identificar materiais com características de resistência a *D. melacanthus*.

As possíveis causas da resistência não foram totalmente elucidadas, no entanto, notou-se que o genótipo Defender apresenta maiores níveis de dureza de colmo quando comparados aos outros genótipos.

Devido ao grande potencial de dano da espécie *D. melacanthus* na cultura do milho, genótipos comerciais que apresentam características de tolerância são importantes estratégia para o manejo de pragas em regiões com grande incidência do inseto. Além disso, há necessidade de mais investigações por análises químicas e moleculares para identificação de possíveis genes que estejam envolvidos na resistência.