

**UEDER PERES OLIVEIRA**

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MILHO A *Dalbulus maidis* E AO COMPLEXO  
DE ENFEZAMENTOS**

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

Orientador: Eliseu José Guedes Pereira

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2020**

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

T

O48r  
2020

Oliveira, Ueder Peres, 1987-

Resistência de genótipos de milho a *Dalbulus maidis* e ao complexo de enfezamentos / Ueder Peres Oliveira. – Viçosa, MG, 2020.

39 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Eliseu José Guedes Pereira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.20-22.

1. Milho - Resistência a doenças e pragas. 2. *Zea mays*.  
3. Cigarrinha-do-milho. 4. Produtividade. I. Universidade  
Federal de Viçosa. Departamento de Entomologia. Programa de  
Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal. II. Título.

CDD 22 ed. 633.1597

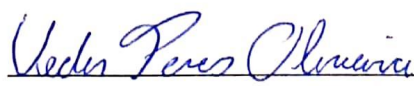
**UEDER PERES OLIVEIRA**

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MILHO A *Dalbulus maidis* E AO COMPLEXO DE ENFEZAMENTOS**

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

APROVADA: 25 de julho de 2020.

Assentimento:

  
\_\_\_\_\_  
Ueder Peres Oliveira  
Autor



\_\_\_\_\_  
Eliseu José Guedes Pereira  
Orientador

*Dedico a minha esposa Natália Garcia Miranda,  
e meu filho Henrique Garcia Miranda Peres.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus.

Agradeço a minha esposa Natália Garcia Miranda que sempre me apoiou.

Agradeço ao meu filho Henrique Garcia Miranda Peres pela compreensão em minha ausência.

Agradeço aos meus pais Wilmar e Eni, que cuidaram e me concederam princípios para que eu possa chegar até aqui.

Agradeço aos meus colegas de trabalho do Time Helix Sementes e Mudanças LTDA pela ajuda prestada para implantar e conduzir os experimentos.

Agradeço ao meu Gerente Ângelo Marincek pelos ensinamentos, confiança e credibilidade. Agradecimento em especial ao meu Orientador Eliseu Pereira pelo aprendizado e ter me orientado na condução desta tarefa.

Agradeço ao meu orientador Caillet Dornelles Marinho pela força e aprendizado na condução deste trabalho.

Agradeço a empresa Helix Sementes e Mudanças por ter dado a oportunidade e tempo para conduzir este trabalho. Agradeço ao Departamento de Entomologia da UFV especialmente o Professor Marcelo Picanço pela oportunidade e aprendizado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradecimento é estendido à FAPEMIG e CNPq pelo apoio em projetos e bolsas de pesquisa ao corpo docente.

## RESUMO

OLIVEIRA, Ueder Peres, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2020. **Resistência de genótipos de milho a *Dalbulus maidis* e ao complexo de enfezamentos.** Orientador: Eliseu José Guedes Pereira.

A cultura do milho (*Zea mays*) é de grande importância na agropecuária mundial. Na América Latina e principalmente no Brasil, os produtores enfrentam desafio com a cigarrinha *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), transmissora de patógenos do complexo de enfezamentos do milho. Atualmente, esse é um dos principais fatores de redução de produtividade em campos milho e tem se intensificado nos últimos anos, talvez pela alta suscetibilidade dos híbridos de milho atualmente cultivados no país. Assim, neste trabalho buscou-se identificar genótipos de milho mais resistentes ou tolerantes ao complexo cigarrinha-enfezamentos. O estudo foi realizado em Paracatu-MG na safra 2018/2019, com plantios em novembro/2018 e em julho/2019. Foram estudados 25 genótipos de milho em delineamento de blocos casualizados com 6 repetições. Avaliou-se a densidade populacional da cigarrinha, a severidade dos enfezamentos, e características de produtividade. A densidade populacional da cigarrinha não variou entre os genótipos de milho, mas variou ao longo do cultivo, com um pico populacional 27 dias após o plantio (estágio V8 para a maioria dos genótipos). A severidade dos enfezamentos foi menor em genótipos de cultivares híbridos, destacando os híbridos SHS 7930PRO2, BM 3066, BM 3051 e BM 3066PRO2 que apresentaram maior resistência/tolerância ao complexo de enfezamentos. As linhagens que compõe os híbridos apresentaram maior severidade, com destaque para a linhagem L 186PRO2, que foi a mais susceptível. Os genótipos que apresentaram maior severidade da doença tiveram produtividade comprometida. Como esperado, a transgenia Bt PRO2 não afetou a resistência das plantas ao vetor e ao complexo de enfezamentos, quando comparado a versão transgênica dos genótipos com a convencional. Esses resultados indicam que os genótipos parentais (linhagens endogâmicas) sofrem mais perda de produtividade pelo enfezamento enquanto os híbridos possuem uma maior tolerância. Esta pesquisa gerou informações que serão úteis no desenvolvimento de cultivares de milho mais resistentes ao enfezamento, permitindo avanços na busca de alta produtividade de grãos e mais sustentabilidade econômica na produção de milho.

Palavras-chave: *Zea mays*. Cigarrinha do milho. Enfezamento. Produtividade de grãos.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Ueder Peres, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2020. **Resistance and of corn genotypes to *Dalbulus maidis* and the stunt disease complex**. Advisor: Eliseu José Guedes Pereira.

Corn production (*Zea mays*) is of great importance in the world agriculture. In Latin America and especially in Brazil, corn producers face a big challenge with the leafhopper *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), for vectoring pathogens of the corn stunt disease complex. This is considered one of the main yield-loss factors in cornfields and the challenge has worsened in the last five years, perhaps due to the high susceptibility of corn hybrids currently grown in the country. Thus, this work aimed to identify corn genotypes that are more resistant and/or tolerant to the corn leafhopper/stunt disease complex. The study was carried out in Paracatu-MG in the 2018/2019 growing season, with plantings in November/2018 and in July/2019. Twenty-five corn genotypes were studied in a randomized block design with 6 replications. The population density of the leafhopper, the severity of corn stunt, and yield components were assessed. The population density of the leafhopper did not vary among maize genotypes but did throughout the growing season, with a peak in population size 27 days after planting (stage V8 for most genotypes). The severity of corn stunt disease was lower in genotypes of hybrid cultivars, highlighting the hybrids SHS 7930PRO2, BM 3066, BM 3051 and BM 3066PRO2 that showed greater tolerance to the disease. The parent genotypes (inbred lines) that make up the hybrids showed greater stunt severity. The inbred line L 186PRO2 was the most susceptible genotype. The genotypes showing stronger disease severity had higher yield loss. As expected, the PRO2 Bt technology did not affect the plant resistance to the vector and the corn stunt complex as indicated by the comparison of the same corn genotype in the conventional, non-Bt version. These results show that the parent inbred corn lines suffer more from stunting symptoms, having greater yield loss than the corn hybrids. This research generated information that will be useful in the development of corn cultivars that are more resistant to the stunt disease complex, allowing advances in the pursuit of high grain yield and more economic sustainability in corn production.

Keywords: *Zea mays*. Corn leafhopper. Maize stunt disease. Grain yield.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	12
2.1. Época de cultivo, plantio e tratos culturais .....	12
2.2. Avaliação dos genótipos de milho .....	12
2.3. Análises estatísticas .....	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4. CONCLUSÕES .....	18
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20
TABELAS E FIGURAS.....	23

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é uma das culturas mais antigas no mundo, de grande importância para alimentação humana e animal. Na alimentação humana possui grande relevância para população de baixa renda. Já para alimentação animal é uma das principais fontes de energia na composição de rações (EMBRAPA, 2017). No Brasil, a cultura é muito importante, com uma área total plantada de 18,4 milhões de hectares ano e uma produção de 100,9 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2020). O país é o terceiro maior produtor de milho do mundo. Embora haja considerável conhecimento sobre as pragas que causam danos diretos ao milho, há menos informação sobre os insetos sugadores, tais como cigarrinhas, que são vetores de mollicutes e vírus na cultura (EMBRAPA, 2017).

Atualmente a cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*, Hemiptera: Cicadellidae) é uma praga de grande importância para produtores no Brasil, pois o inseto é vetor de um complexo de patógenos dos enfezamentos e virose. Quando as plantas são infestadas pela cigarrinha e infectadas por esses patógenos, eles afetam o desenvolvimento das plantas de milho e a absorção de nutrientes por todo seu ciclo. Os patógenos transmitidos pela *D. maidis* causam doenças sistêmicas de grande poder destrutivo e infecção de uma gama de genótipos de milho (Sabato, 2018). O ataque de *D. maidis* ao milho pode resultar em danos diretos devido à sucção de seiva e introdução de toxinas na planta, e em danos indiretos, devido à sua importância epidemiológica como vetor de patógenos do enfezamento/virose, o que tem se tornado problemático no país nos últimos anos (EMBRAPA, 2017). Isso se deve à mobilidade das cigarrinhas, que podem se dispersar entre lavouras, levando os patógenos de plantas adultas infectadas para outra lavoura de plantas sadias (EMBRAPA, 2017).

O nível das infestações por *D. maidis* tem aumentado na região central do Brasil. As tigueras remanescentes em outras culturas servem de abrigo para o vetor na entressafra do milho (EMBRAPA, 2017). Em muitas regiões quentes do Brasil, onde é cultivado milho em mais de uma safra por ano, podem ocorrer perdas de até 70% na produção em campos que tem surto epidêmico. Nas regiões do oeste da Bahia, sudoeste de Goiás, Triângulo Mineiro e o noroeste de Minas Gerais as perdas têm sido maiores (EMBRAPA, 2017).

Quanto aos patógenos associados ao complexo de enfezamentos, há dois microrganismos da classe dos Mollicutes, sendo eles o *Spiroplasma kunkelli*,

causador do enfezamento pálido, e MBS-fitoplasma, causador do enfezamento vermelho. Ambos patógenos são transmitidos por *D. maidis* e para identificação deles é preciso reação em cadeia da polimerase (RCP), ou no inglês, *Polymerase Chain Reaction* (PCR), técnica de biologia molecular que amplifica uma única cópia ou algumas cópias de um segmento de DNA, identificando o patógeno corretamente (EMBRAPA, 2017).

Os sintomas de enfezamento são observados principalmente na fase reprodutiva das plantas de milho, incluindo manchas cloróticas avermelhadas ou pálidas, presença de estrias em folhas, redução de entrenós, espigamento múltiplo, menor enraizamento e brotos nas axilas. Não se consegue identificar precisamente qual tipo de enfezamento está ocorrendo (EMBRAPA, 2017) somente pelos sintomas. Além dos mollicutes, a *D. maidis* é vetor do vírus raiado fino (*Maize Rayado Fino Virus*, MRFV), cujo sintoma pode ser observado em plantas de qualquer idade. Os sintomas são identificados pelos pontos cloróticos em riscas ao longo nas nervuras das folhas. A mesma planta poderá ter mais de um organismo infectante (EMBRAPA, 2017).

Atualmente são utilizadas algumas estratégias de manejo do problema de cigarrinha/enfezamento, principalmente o uso de controle químico e biológico do vetor, rotação de culturas, tratamento de sementes, plantio de mais de um híbrido de milho e uso de cultivares com resistência (EMBRAPA, 2017). Este último método de controle, ainda pouco utilizado, requer entendimento da resistência genética de linhagens de milho à praga e/ou aos patógenos associados, o que, se integrado a um programa de melhoramento genético, pode levar ao desenvolvimento de cultivares mais resistentes (EMBRAPA, 2017).

A resistência de plantas a artrópodes ou a patógenos ocorre quando a constituição genotípica vegetal possibilita a uma planta ou variedade sofrer menos danos da fitofagia ou da doença que outra planta ou variedade em mesmas condições (PAINTER, 1951; SINGH, 1986; BARKER, 1993; STOUT, 2013a, b). A condição de tolerância costuma ser considerada um tipo de resistência de plantas ou pode ser também considerada uma categoria distinta de estratégia de defesa da planta contra organismos antagônicos (PAINTER, 1951; SCHAFER, 1971; SINGH, 1986; BARKER, 1993; STOUT, 2013a, b; PETERSON et al., 2017; ANDERSEN et al., 2018). Essa condição ocorre quando o desempenho (produtividade) de uma planta ou variedade é menos reduzido em relação a uma outra planta ou variedade não-tolerante em mesmo ambiente (VALOIS, 2017).

Semelhantemente, a resistência de plantas aos artrópodes costuma ser categorizada em três tipos: antibiose, antixenose e tolerância (PAINTER, 1951; SMITH & CLEMENT, 2012). Na antixenose (ou não-preferência) a planta afeta o comportamento do inseto levando-o abandoná-la. Na antibiose, a planta interfere no ciclo de vida do inseto, reduzindo o crescimento populacional. Por fim, na tolerância, a planta não afeta o inseto, mas é capaz suportar severa infestação sem severa perda de produção (PAINTER, 1951; SMITH & CLEMENT, 2012). A antixenose e antibiose possibilitam a planta reduzir a injúria do inseto e a tolerância possibilita a planta minimizar o dano (i.e., a perda de produção) mesmo com injúria e infestação pelo inseto (STOUT, 2012, 2013). Portanto, a resposta da planta ao ataque do inseto pode ser descrita em duas categorias – resistência e tolerância, as quais podem ocorrer conjunta ou isoladamente (STOWE et al., 2000; STOUT, 2013a, b). O uso de cultivares resistentes é vantajoso em relação a uso de inseticidas por diminuir o custo de produção e melhor promover a sustentabilidade (STOUT, 2012a, b; CORTESE, 2020).

Campos de produção de sementes de milho possuem grande valor agregado, sendo que o custo por hectare é bastante relevante para definir o preço final do produto. Na produção de sementes híbridas de milho, seria ideal a utilização de linhagens e híbridos com menor sensibilidade ao complexo de enfezamentos e viroses. Por isso, é importante a alocação de esforços para selecionar genótipos de milho com resistência a danos diretos e indiretos do vetor do complexo de enfezamentos, os quais foram os objetivos neste trabalho.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Época de cultivo, plantio e tratos culturais**

O trabalho foi realizado em área irrigada no verão 2018/2019 com plantio em 22 de novembro de 2018 e Inverno 2019 com plantio em 15 de julho de 2019 na fazenda São José em Paracatu-MG (17°21'51,68" S, 46°51'05,14" O com elevação de 563 metros e clima tropical com inverno seco). No pivô central onde foi realizado o trabalho foi dessecada uma área de 0,5 ha utilizando os produtos listados na Tabela 1.

Logo após foram plantadas 4 linhagens PRO2 (geneticamente modificadas - GM), que possuem tolerância ao glifosato e expressam as proteínas inseticidas Cry1A.105 e Cry2Ab2 de *Bacillus thuringiensis* (Bt), 6 linhagens convencionais, 4 híbridos simples convencionais, 5 híbridos simples PRO2, 1 híbrido duplo convencionais, 3 híbridos triplos convencionais, 2 híbridos triplos PRO2, totalizando assim, 25 genótipos (Tabela 8). Sendo que, cada genótipo foi plantado em 6 repetições com parcelas de 40 metros lineares (4 linhas de 10 metros) e espaçamento de 70 centímetros.

As adubações utilizadas podem ser visualizadas nas Tabela 2 e 3. Os inseticidas foram aplicados de acordo com a Tabela 4. Para o controle de doenças fúngicas foram realizadas aplicações preventivas listadas na Tabela 5.

### **2.2. Avaliação dos genótipos de milho**

Após a emergência das plantas até os 50 dias após o plantio, foi realizado três contagens semanais em dez plantas demarcadas por parcela para avaliação de infestação de *D. maidis*.

No estágio fenológico R1, foi realizado a contagem de plantas por parcela e identificação das plantas com sintomas de enfezamentos e do vírus raiado fino. A cada planta foi atribuída uma nota de 1 a 9, sendo que a nota 1 representa planta extremamente susceptível e nota 9, planta resistente, conforme ilustrado na Figura 1.

A colheita dos dois ensaios foi realizada a 150 dias após a data de plantio. As espigas de cada parcela foram colhidas manualmente, identificadas e separadas. Foi realizado a secagem até aproximadamente 13% de umidade. Após todo o processo foi contabilizado o número de espigas de cada parcela, as quais foram também pesadas, debulhadas e os grãos pesados. Também foi realizado a contagem de mil sementes e a determinação do grau de umidade dos grãos de cada parcela.

### 2.3. Análises estatísticas

As informações acerca da densidade populacional de *D. maidis*, dos sintomas de enfezamento e da produtividade de milho foram utilizadas para identificação de genótipos com resistência/tolerância ao complexo cigarrinha-enfezamentos.

Os dados de densidade populacional da cigarrinha do milho em cada época de cultivo (novembro 2018 e julho 2019) foram submetidos a análise de variância de duas vias com os fatores genótipo de milho e data de avaliação ao longo do tempo de crescimento das plantas. As observações de cada data de avaliação foram consideradas medidas repetidas por terem sido obtidas nas mesmas parcelas experimentais ao longo do tempo. Assim, foi usado o modelo estatístico de medidas repetidas e a estrutura de covariância utilizada foi aquela que apresentou o menor valor do *corrected Akaike's information criterion* (AICC) (Gbur et al. 2012). O modelo estatístico incluiu o efeito aleatório de bloco e no cálculo dos graus de liberdade corrigidos usou-se o método de Kenward & Roger (1997). A estrutura de covariância mais adequada segundo o critério de menor AICC (melhor ajuste) foi, respectivamente, simetria composta (*cs*) (novembro 2018) e simetria heterogênea composta (*csH*) (julho 2019). A interação genótipo × tempo foi não-significativa ( $P > 0,05$ ), isto é, a intensidade de ataque da cigarrinha não dependeu da interação entre genótipo e tempo. Assim, a variável resposta foi analisada independentemente entre os genótipos de milho e ao longo do tempo de desenvolvimento da cultura.

Usou-se análise de variância de uma via em delineamento de blocos casualizados para os dados de severidade de enfezamento (notas de 1 a 9) e demais variáveis que caracterizam a resposta das plantas ao complexo cigarrinha-enfezamento, incluindo a produtividade de grãos e componentes de produção de milho. As médias foram agrupadas usando o procedimento de Scott-Knott (1974) ( $P < 0,05$ ). Antes das análises estatísticas realizadas nesta dissertação, verificou-se para cada variável resposta a sua aproximação à distribuição normal e a homogeneidade de variância. Não foi necessária transformação dos dados conforme indicaram as análises de resíduo usando o comando PROC GLIMMIX *Student panel* (SAS Institute, 2013).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas duas épocas de cultivo (novembro 2018 e julho 2019), a densidade populacional da cigarrinha variou com tempo ao longo do estágio vegetativo do milho ( $P < 0.05$ , Tabela 8). Houve efeito do genótipo de milho na infestação da cigarrinha somente no cultivo de julho 2019 ( $P < 0,05$ , Tabela 8). Em nenhum dos cultivos houve interação entre o genótipo de milho e do tempo após a emergência das plantas ( $P > 0,05$ , Tabela 8). Isso indica uma constante ordenação dos genótipos de milho pelo nível de infestação (resistência à cigarrinha) em qualquer dos estágios fenológicos das plantas.

Em geral, o pico populacional da cigarrinha ocorreu 27 dias após a data de plantio, concordando com resultados prévios da EMBRAPA (2017). No plantio do verão/2018, no auge do pico populacional, observou-se uma média de 1,6 cigarrinhas por planta enquanto no inverno/2019 chegou a apresentar 4,5 cigarrinhas por planta (Figura 2). Esses resultados indicam clara diferença no tamanho da infestação entre as duas épocas. A diferenciação na resistência à cigarrinha nos genótipos de milho ocorreu somente em condições de alta infestação (julho 2019). Isso ilustra a importância de usar mais de uma época de cultivo para se avaliar a resistência de plantas ao inseto vetor e aos enfezamentos. Foi necessário alta infestação da praga e incidência da doença para se detectar diferença na resposta das plantas (EMBRAPA 2017). Os genótipos L 186PRO2, L 183PRO2, L 180PRO2, BM 815PRO2, L 160, L134, SHL 23, L 140PRO2 foram os menos infestados por *D. maidis*. Por outro lado, BM 270, BM 709, BM 815, BM 3063PRO2, SHS 5560, BM 3051, BM 709PRO2 e L 161 foram os genótipos mais infestados pelo vetor. O número de cigarrinhas por planta foi cerca de 3 nos genótipos menos infestados e 4 naqueles mais infestados, ou seja, uma magnitude de variação de 25% na intensidade de infestação ( $P < 0.05$ , Figura 3).

As características do enfezamento nas plantas variaram entre os genótipos de milho em ambas as épocas de cultivo (Tabela 9). Os sintomas de enfezamento foram mais severos no plantio de inverno, com média de notas de vigor abaixo de 4, ou seja, encurtamento de entrenós, folhas avermelhadas ou amareladas, com proliferação de espigas e problemas de formação dessas (Figura 1, 4). No plantio de verão todos genótipos tiveram média de notas acima de 7, isto é, folhas avermelhadas ou amareladas e leve retardamento no desenvolvimento da planta (Figura 1, 4). Escalas de notas de severidade vem sendo empregadas para avaliar resistência em milho (EMBRAPA 2017). A escala utilizada neste estudo foi desenvolvida por NEVES (2017)

e se mostrou útil, possibilitando categorizar a severidade da doença pelos sintomas de enfezamento. Futuramente, em trabalhos de resistência mais aprofundados, pode ser importante identificar o agente causal associado aos sintomas. Nos experimentos a maior parte das plantas continha sintomas de enfezamento vermelho e pálido, que pode ser causado espiroplasma e, ou fitoplasma (EMBRAPA 2017).

Os genótipos L 186PRO2, L 134, L180PRO2 apresentaram menor vigor (ou seja, maior severidade do enfezamento) nas duas épocas, mostrando ser as linhagens mais susceptíveis ao complexo de enfezamentos. Entre os genótipos de maior vigor nas duas épocas, destacaram-se 13 híbridos: SHS 7930PRO2, BM 3066PRO2, BM 3066, BM 3051, SHS 5560PRO2, BM 709, BM 3063, BM 815PRO2, SHS 7939PRO2, BM 709PRO2, BM 270, SHS 7939 e BM 3063PRO2 (Figura 4).

Os híbridos SHS 7930PRO2, BM 3066PRO2 e BM 3066 apresentaram a maior quantidade de plantas sem sintomas de enfezamento nos dois plantios (Figura 5). Os parentais desses híbridos são L 160, SHL 20, L 122, L 140PRO2.

Para formação de um híbrido simples resistente a enfezamentos, a resistência poderá estar em apenas em uma das linhagens genitoras se o alelo que confere a resistência for dominante, mas caso o alelo for recessivo, ele precisará estar nos dois progenitores (EMBRAPA, 2017). Portanto é importante conhecer mais sobre a base genética da resistência nas linhagens que se destacaram neste estudo. Além disso é possível obter um híbrido menos susceptível ao enfezamento. Por exemplo, o híbrido BM 815PRO2, resultante do cruzamento das linhagens L 160 como parental fêmea e L 186PRO2 como parental macho, mostrou-se relativamente resistente ao complexo de enfezamento, embora as linhagens sejam as mais susceptíveis aos patógenos (Figura 4, 6).

À semelhança das demais características avaliadas, as variáveis que caracterizam a capacidade produtiva ou componentes de produção de milho variaram entre os genótipos estudados ( $P < 0,05$ , Tabela 9). No cultivo de inverno, as plantas apresentaram menor número de espigas comparado ao cultivo de verão (Figura 5e, f). No inverno, os genótipos de milho apresentaram menor produtividade que no verão, tanto em toneladas de grãos por hectare (Figura 6a, b) quanto em unidades de 60 mil sementes (Figura 6c, d), que é em média 80% do montante dos grãos. Essa diferença provavelmente é devido à maior população do vetor (Figura 2) e quantidade de plantas infectadas (Figura 4) embora na localidade dos cultivos a temperatura no inverno é

mais amena e os dias são 1 h mais curtos que no verão (11,42 h vs. 12,36 h) (IAGCA, 2020).

Em ambas as épocas, os híbridos SHS 7930PRO2, BM 3066, BM 3051 e BM 3066PRO2 apresentaram maiores produtividades que os demais (Figura 6). Em parte, esse resultado é consistente com aquele obtido em Urutai (COUTINHO, 2020), cujo o híbrido SHS 7930PRO2 se destacou com menor severidade de enfezamento e maior produtividade. Por outro lado, alguns genótipos, por exemplo BM 270 e SHS 7939, estiveram entre os mais produtivos no verão, mas ficaram nos grupos de produtividade intermediária no inverno (Figura 6). Isso reforça a importância de se considerar a influência ambiental para conduzir estudos e gerar resultados para selecionar germoplasma resistente ao enfezamento.

A menor produtividade de milho no inverno não é explicada pela população de plantas, a qual não variou nos plantios de verão e inverno (Figura 7). Contudo, no inverno as plantas apresentaram menor número e peso de espigas, bem como menor quantidade de grãos por espiga e menor peso de mil sementes. Isso provavelmente representa o impacto da maior infestação da cigarrinha e maior severidade do enfezamento nos componentes de produção do milho (Figura 2, 5, 6, 7). Não se sabe se há interação da infestação da cigarrinha com a infecção pelos patógenos do enfezamento no vigor das plantas e perda de produtividade. Essa interação deve ser estudada para melhor entender a validade de esforços de controle da cigarrinha para mitigar o impacto do enfezamento na produção de milho.

Observa-se que a tecnologia Bt PRO2 não agregou na resistência das plantas ao vetor e ao complexo de enfezamentos quando se compara mesmo genótipo de milho com e sem a transgenia Bt (Figura 4 e 5). Isso não é surpresa porque as toxinas Bt expressas nas plantas com a tecnologia PRO2 (Cry1A.105 + Cry2Ab2) tem como alvo lagartas e não insetos sugares como é o caso da cigarrinha *D. maidis*. Além disso, a transgenia parece não ter alterado a produtividade das plantas (Figura 6) indicando não ter havido nenhum efeito mutagênico, pleiotrópico ou espistático da transgenia.

Portanto, nesta dissertação encontrou-se que nos genótipos de milho testados há variabilidade de resposta das plantas à infestação da cigarrinha e aos enfezamentos. Esse é o primeiro passo para seleção de genótipos resistentes à cigarrinha / enfezamento. Ainda é necessário mais experimentação para interpretar se os genótipos possuem resistência e/ou tolerância à cigarrinha e enfezamento do milho. Nesta dissertação considerou-se resistência em aspecto amplo, incluindo

modalidade de tolerância. Esta nada mais é uma das estratégias (ou mecanismo) de resistência (defesa da planta) que não age no inseto vetor ou patógeno e sim na capacidade da planta de suportar infestação e infecção sem grande perda na produção. É preciso estudar mais a interação planta, inseto e ambiente no sentido de identificar gene(s) de resistência a *D. maidis* e/ou enfezamento do milho. Esses esforços devem nos permitir usufruir dos programas de melhoramento e utilizar os recursos genéticos adequadamente. Isso talvez possibilite uma agricultura mais sustentável utilizando a resistência genética de plantas de milho no controle dos enfezamentos nos campos de produção de grãos e sementes de milho.

#### 4. CONCLUSÕES

No milho cultivado no verão (plantio em novembro) a densidade populacional de *D. maidis* é mais baixa, inferior a 1 cigarrinha/planta ao longo tempo; a infestação se inicia com 0,5 cigarrinha/planta e atinge no pico cerca de 2 cigarrinhas/planta entre 20 e 30 dias após o plantio. No cultivo de inverno (plantio em julho), a infestação é mais alta, superior 3 cigarrinhas/planta, já iniciando com 1,5 cigarrinha/planta uma semana após o plantio.

Há variação na infestação de *D. maidis* entre os genótipos de milho, somente no inverno. Os genótipos mais infestados (mais suscetíveis à cigarrinha) são a linhagem L 161, os híbridos BM 270, 709, 815, 3063PRO2, 3051, 709PRO2 e o híbrido SHS 5560. Os genótipos menos infestados (mais resistentes à cigarrinha) são as linhagens L 186PRO2, 183PRO2, 180PRO2, 160, 134, 140PRO2, a linhagem SHL23 e os híbrido BM 815PRO2.

No cultivo de verão, os genótipos de milho diferenciam-se pouco nos sintomas de enfezamento. Apenas as plantas dos híbridos SHS 5560, BM 815 e as linhagens L 186PRO2, 160, 183PRO2, 134 e 180PRO2, 140PRO2 e SHL 23 apresentam leve coloração foliar (avermelhada ou amarelada), sem prejuízo no desenvolvimento da planta e de espiga.

Em geral, os híbridos de milho, em comparação às linhagens, apresentam menor severidade de sintomas de enfezamento. Destaca-se os híbridos SHS 7930PRO2, BM 3066, BM 3051 e BM 3066PRO2. As linhagens L 186PRO2, 134, 180PRO2 e SHL 23 consistentemente são genótipos bastante susceptíveis ao complexo de enfezamentos por apresentarem severos sintomas da doença nas duas épocas.

No inverno em relação ao verão, é maior a proporção de plantas mortas e menor a proporção de plantas sem sintomas de enfezamento, assim como é menor a proporção de plantas com espiga. No verão a produtividade mínima dos genótipos de milho é de 2 ton/ha de grãos, valor de produtividade que é o máximo no inverno entre os 25 genótipos estudados. Grande parte dessa diferença é devido à interação dos efeitos da infestação da cigarrinha e incidência de enfezamento com o fotoperíodo e a temperatura do ar nos componentes de produção do milho. Dentre esses, não há diferenças na população de plantas no verão e inverno, mas há no número e peso de espigas, número grãos por espiga e peso de mil sementes.

Um híbrido de milho proveniente de linhagens susceptíveis ao complexo de enfezamentos pode ser relativamente mais resistente ao enfezamento (e.g., BM 815PRO2, o qual tem como parental fêmea a linhagem L 160 e parental macho a linhagem L 186PRO2). A tecnologia Bt PRO2 não interfere na resistência dos genótipos de milho ao vetor ou ao complexo de enfezamentos.

Portanto, esforços para seleção de genótipos resistentes à cigarrinha *D. maidis* e enfezamento do milho são promissores, mas é necessário conhecer mais sobre a interação planta, inseto e ambiente para identificar gene(s) de resistência à cigarrinha e/ou enfezamento do milho.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSEN, E. J. et al. Disease resistance mechanisms in plants. **Genes**, v. 9, n. 7, p. 339, 2018. Disponível em: <[www.mdpi.com/journal/genes](http://www.mdpi.com/journal/genes)>. Acesso em: 14 jul. 2020.

BARKER, K. R. Resistance/tolerance and related concepts/terminology in plant nematology. **Plant Disease**, v. 77, n. 02, p. 111–113, 1993. Disponível em: <[https://www.apsnet.org/publications/plantdisease/backissues/Documents/1993Articles/PlantDisease77n02\\_111.pdf](https://www.apsnet.org/publications/plantdisease/backissues/Documents/1993Articles/PlantDisease77n02_111.pdf)>. Acesso em: 14 jul. 2020.

CONAB. Disponível em <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>> acesso em 02 de Julho de 2020.

CORTESE, D. Resistência de genótipos de milho a densidades de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) (Master's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná), 2020.

COUTINHO, W. B. G. Infestação de *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) em híbridos de milho e incidência de enfezamento e virose. (Monografia de Graduação, Instituto Federal Goiano Campus Urutai). 2020.

OLIVEIRA, E. SABATO, eds. Doenças em milho: insetos-vetores, mollicutes e vírus/Charles Martins de Oliveira, – Brasília, DF: Embrapa, 2017. 278 p.

EMBRAPA. Disponível em <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_8\\_1682005\\_11157.html#](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_1682005_11157.html#)> acesso em 25 de setembro de 2018.

EMBRAPA – Produção vegetal manejo integrado de pragas. Enfezamento do milho aparece com problema nesta safra (2017). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/21567441/enfezamento-do-milho-aparece-como-problema-nesta-safra>>. Acesso em: 26 set 2018.

IBGE.Sidra.2018. disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>> acesso em 25 de setembro de 2018.

INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS. Disponível em <<https://www.iag.usp.br/astronomia/nascer-e-ocaso-do-sol>> acesso em 13/06/2020.

KENWARD, M. G., & J. H. ROGER. 1997. Small sample inference for fixed effects from restricted maximum likelihood. **Biometrics** 53:983–997. doi:10.2307/2533558

NEVES, T. N. C. N. (2018). Cigarrinha-do-milho e enfezamento: impacto do período de infestação e do tratamento de semente com inseticidas nos sintomas e danos às plantas (Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Viçosa).

PAINTER, R. H. Insect Resistance in Crop Plants. New York: The Macmillan Company, 1951.

PETERSON, R. K. D.; VARELLA, A. C.; HIGLEY, L. G. Tolerance: The forgotten child of plant resistance. **PeerJ**, v. 2017, n. 10, p. e3934, 2017. Disponível em: <<https://peerj.com/articles/3934>>. Acesso em: 16 mar. 2019.

PORTAL ESALQ USP – Casa do produtor rural. Cigarrinha e enfezamentos no milho: manejo do risco e convivência (2018). Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/cprural/noticias/mostra/5520/cigarrinha-e-enfezamentos-no-milho-manejo-do-risco-e-convivencia.html>>. Acesso em: 26 set 2018.

RATTES, J. F.; JAKOBY, G. L. Incidência da cigarrinha-do-milho aumenta rápido (2017). Disponível em: <<https://www.portalsyngenta.com.br/direto-do-campo/especialistas/cigarrinha-do-milho-incidencia-da-praga-tem-aumentado-de-forma-rapida>>. Acesso em: 26 set 2018.

SCHAFER, J. F. Tolerance to Plant Disease. **Annual Review of Phytopathology**, v. 9, n. 1, p. 235–252, 1971.

SCOTT, A. J., & M. KNOTT. "A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance." **Biometrics** (1974): 507-512.

SINGH, D. P. *Breeding for Resistance to Diseases and Insect Pests*. Munich: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1986.

SMITH, C. M.; CLEMENT, S. L. Molecular bases of plant resistance to arthropods. **Annual Review of Entomology**, v. 57, n. 1, p. 309–328, 2011. Disponível em: <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-ento-120710-100642> acesso em 13 de junho de 2020.

STOUT, M. J. Host-Plant Resistance in Pest Management. In: ABROL, D. P. (Ed.). *Integrated Pest Management: Current Concepts and Ecological Perspective*. p. 1–21, 2013a.

STOUT, M. J. Reevaluating the conceptual framework for applied research on host-plant resistance. **Insect Science**, v. 20, n. 3, p. 263–272, 2013b.

STOWE, K. A. et al. The evolutionary ecology of tolerance to consumer damage. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 31, p. 565–595, 2000.

VALOIS A. C. C. Mecanismos de resistência de plantas a insetos. Disponível em <https://procitropicos.org.br/articulo/mecanismos-de-resistencia-de-plantas-a-insetos-en-portugues/> acesso em 13 de junho de 2020.

]

## TABELAS E FIGURAS

**Tabela 1.** Descrição dos herbicidas aplicados durante a condução dos cultivos.

Descrição do produto	Nome Comercial	Dosagem/ha	Fase Cultura	Registro para Cultura	Quantidade de Aplicações
Dessecante	Roundup WG	1,5 kg	Antes do Plantio	Milho	1
	2,4-D	1 L	Antes do Plantio	Milho/sorgo	1
	Aurora	60 mL	Antes do Plantio	Milho/sorgo	1
Herbicida	Soberan	200 mL	V2	Milho	1
	Atrazina	3 L	V2	Milho/sorgo	1
	Primextra Gold	4 L	Antes do Plantio	Milho	1
	Óleo mineral	500 ml	V2	x	1

**Tabela 2.** Descrição dos fertilizantes utilizados.

Descrição do produto	Nome Comercial	Dosagem/ha	Fase Cultura	Registro para Cultura	Quantidade de Aplicações
Adubo de plantio	08-20-10	500 KG	Plantio	X	1
Adubo de cobertura	00-00-59	100 KG	Plantio	X	1
	45-00-00	300 KG	V1 e V3	X	1

**Tabela 3.** Descrição da adubação foliar usada.

Descrição do produto	Nome Comercial	Dosagem/ha	Fase Cultura	Registro para Cultura	Quantidade de Aplicações
Adubo Foliar	Nitamin	5 L	V5	Milho	1
	P30	2 L	V5	Milho	1

**Tabela 4.** Descrição dos inseticidas aplicados.

<b>Descrição do produto</b>	<b>Nome Comercial</b>	<b>Dosagem/ha</b>	<b>Fase Cultura</b>	<b>Registro para Cultura</b>	<b>Quantidade de Aplicações</b>
Inseticida	Lorsban	2 L	E	Milho/sorgo	1
	Premio	150 mL	V1	Milho	1
	Match	400 mL	V2	Milho	1
	Lannate	1,2 L	V2	Milho	1
	Ampligo	350 mL	V3	Milho	1
	Lannate	1,2 L	V4	Milho	1
	Pirate	200 mL	V6	Milho	1
	Avatar	500 mL	V8	Milho	1
	Exalt	120 mL	V10	Milho	1
	Lannate	1,2 L	VT	Milho	1
Exalt	120 mL	R1	Milho	1	

**Tabela 5.** Descrição dos fungicidas aplicados.

<b>Descrição do produto</b>	<b>Nome Comercial</b>	<b>Dosagem/ha</b>	<b>Fase Cultura</b>	<b>Registro para Cultura</b>	<b>Quantidade de Aplicações</b>
Fungicida	Opera	750 mL	V5	Milho	2
	Abacus	400 mL	V10 R1	Milho	1
	Unizeb Gold	2 kg	R1	Milho	2

**Tabela 6.** Caracterização de genótipos de milho no cultivo de novembro de 2018 (24) e julho de 2019 (25).

Genótipo	Linhagem	Híbrido Simples	Híbrido Triplo	Híbrido Duplo	Convencional	PRO2
L 134	X				X	
L 160	X				X	
SHL 23	X				X	
L 161	X				X	
L 122	X				X	
SHL 20	X				X	
L 183PRO2	X					X
L 180PRO2	X					X
L 186PRO2	X					X
L 140PRO2	X					X
BM 709		X			X	
BM 815		X			X	
BM 3066		X			X	
SHS 7939		X			X	
BM 709PRO2		X				X
BM 815PRO2		X				X
BM 3066PRO2		X				X
SHS 7939PRO2		X				X
SHS 7930PRO2		X				X
BM 3063			X		X	
SHS 5560			X		X	
BM 270			X		X	
BM 3063PRO2			X			X
SHS 5560PRO2			X			X
BM 3051				X	X	

**Tabela 7.** Média do estágio fenológico das plantas em relação ao dia após o plantio

Cultivo	DAP	Estágio Fenológico
Verão 2018	10	1/2V2
	20	V4
	30	V8
	40	V10
	50	VT
Inverno 2019	10	VE
	20	V2
	30	V6
	40	V8
	50	V10

**Tabela 8.** Resultados da análise de variância de medidas repetidas para a densidade populacional da cigarrinha *Dalbulus maidis* em 25 genótipos de milho no cultivo de novembro de 2018 e julho de 2019.

Cultivo	Fonte de variação	GL numerador	GL denominador	F	P
Novembro 2018	Genótipo	24	120	1.03	0.43
	Tempo	11	1320	227.68	< 0.01
	Genótipo × Tempo	253	1320	1.12	0.12
Julho 2019	Genótipo	25	43.39	2.72	< 0.01
	Tempo	16	2001	530.12	<0.01
	Genótipo × Tempo	384	2001	0.94	0.78

O modelo estatístico de medidas repetidas inclui o efeito aleatório de bloco. No cálculo dos graus de liberdade corrigidos usou-se o método de Kenward & Roger (1997). A estrutura de covariância mais adequada segundo o critério de menor AICC (melhor ajuste) foi, respectivamente, simetria composta (cs) (novembro 2018) e simetria heterogênea composta (csh) (julho 2019).

**Tabela 9.** Resultados da análise de variância para variáveis que caracterizam o enfezamento nas plantas e os componentes de produção em genótipos de milho no cultivo de novembro de 2018 (24) e julho de 2019 (25).

Característica	Variável	Verão 2018		Inverno 2019	
		$F_{23, 120}$	$P$	$F_{24, 121}$	$P$
Enfezamento	Nota de severidade	3.37	< 0.01	25.61	< 0.01
	Número de plantas mortas	2.01	< 0.01	11.98	< 0.01
	Número de plantas sem sintomas	3.10	< 0.01	20.01	< 0.01
	Espigamento múltiplo (espigas/planta)	3.58	< 0.01	15.42	< 0.01
Componentes de produção	Produtividade de grãos (kg/ha)	14.29	< 0.01	24.54	< 0.01
	Malas de semente/ha	10.51	< 0.01	21.34	< 0.01
	População de plantas/ha	3.73	< 0.01	1.34	0.15
	Número de espigas/ha	3.47	< 0.01	17.13	< 0.01
	Peso de espigas (kg/ha)	3.58	< 0.01	25.45	< 0.01
	Número de sementes/espiga	14.27	< 0.01	9.77	< 0.01
	Peso mil sementes (g)	16.38	< 0.01	14.93	< 0.01



1 - Planta morta



2 - Sintomas mais severos que os apresentados na categoria de nota 3 sem desenvolvimento de espiga



3 - Sintomas severos da doença, planta com encurtamento de entrenós, proliferação e má formação de espigas e/ou emissão de brotos laterais



4 - Encurtamento de entrenós, folhas avermelhadas ou amareladas, com proliferação de espigas e problemas de formação dessas



5 - Planta avermelhada ou amarelada, desenvolvimento mediano, entrenós encurtados, mal desenvolvimento de espiga



6 - Clorose e médio retardamento no desenvolvimento da planta e na formação de espiga



7 - Folhas avermelhadas ou amareladas e leve retardamento no desenvolvimento da planta

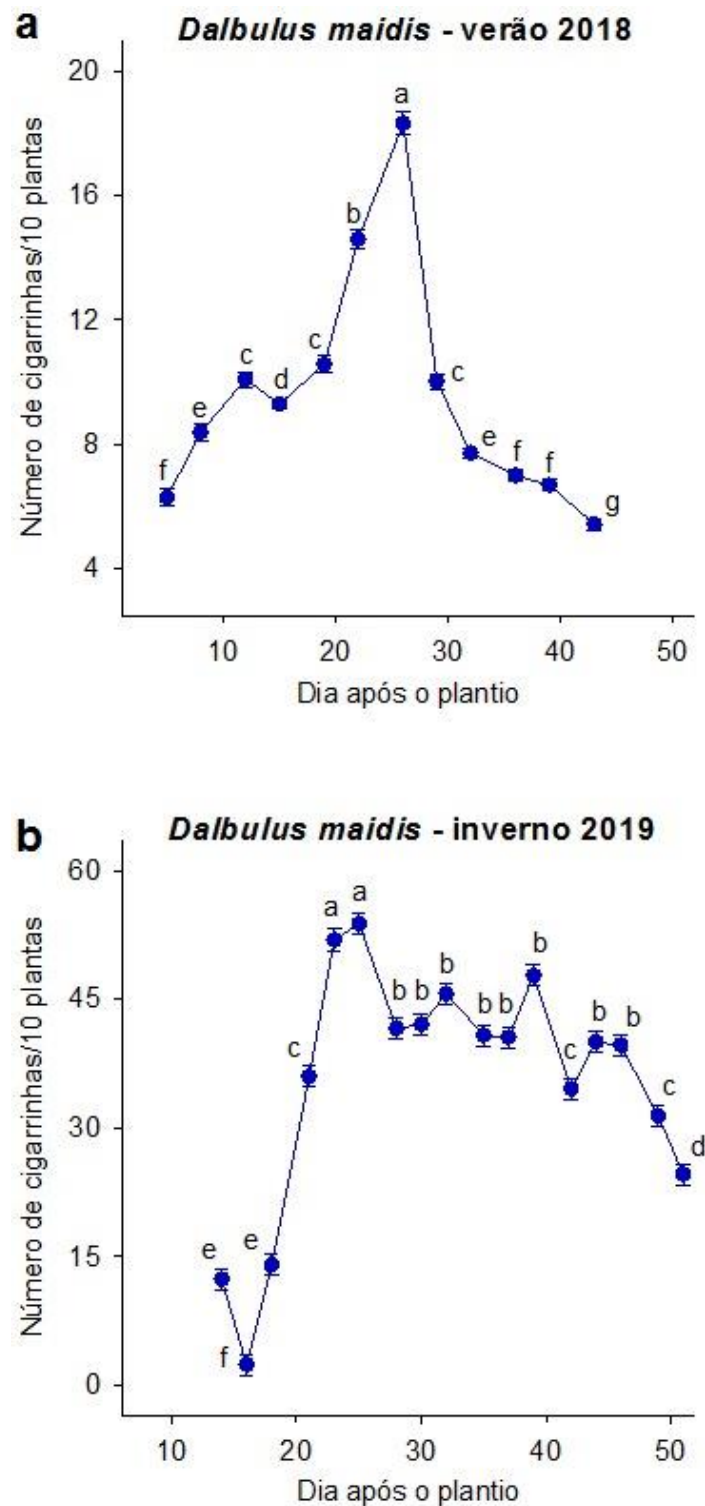


8 - Leve coloração foliar (avermelhada ou amarelada), sem prejudicar no desenvolvimento da planta e de espiga



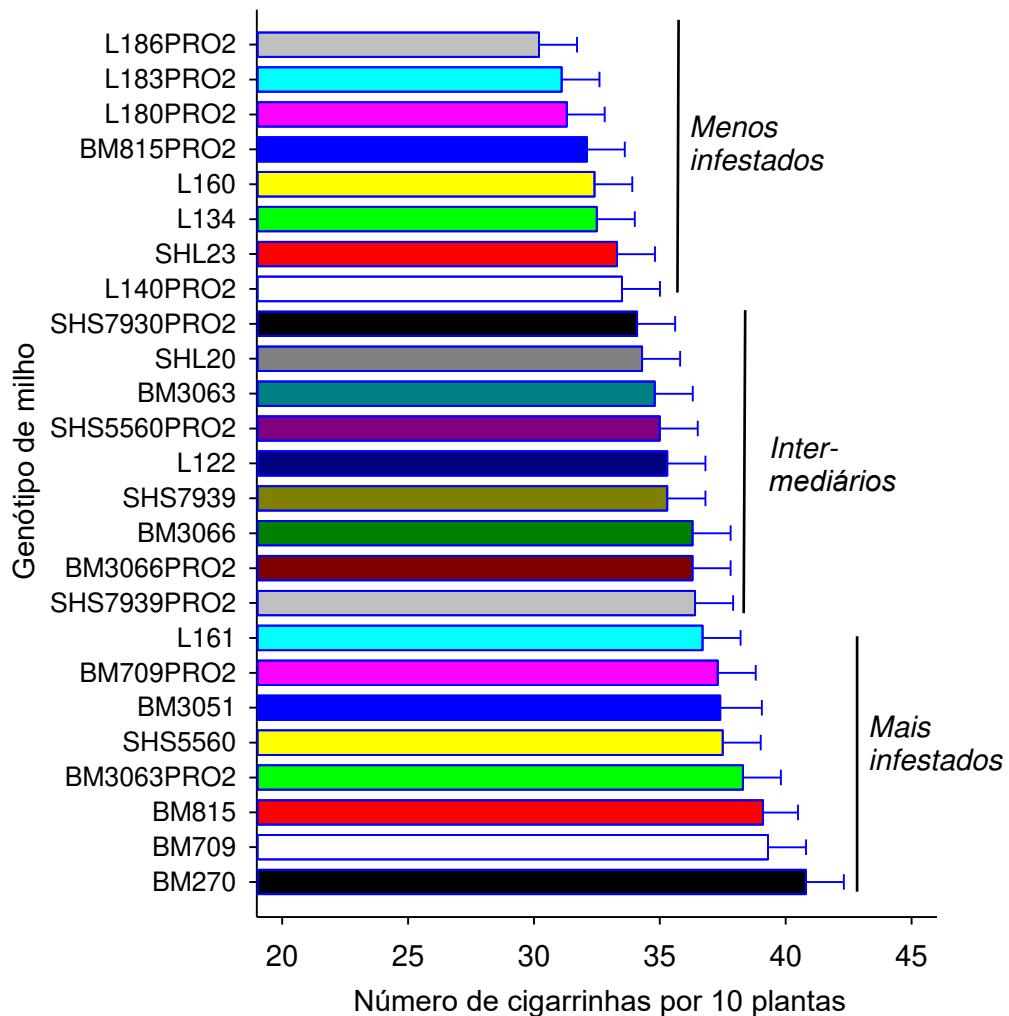
9 - Planta normal, sem sintomas

**Figura 1.** Ilustração da escala de notas usada neste trabalho. As notas representam categorias de vigor da planta de milho em resposta à severidade de enfezamento. Os patógenos dessa doença são transmitidos pela cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*).



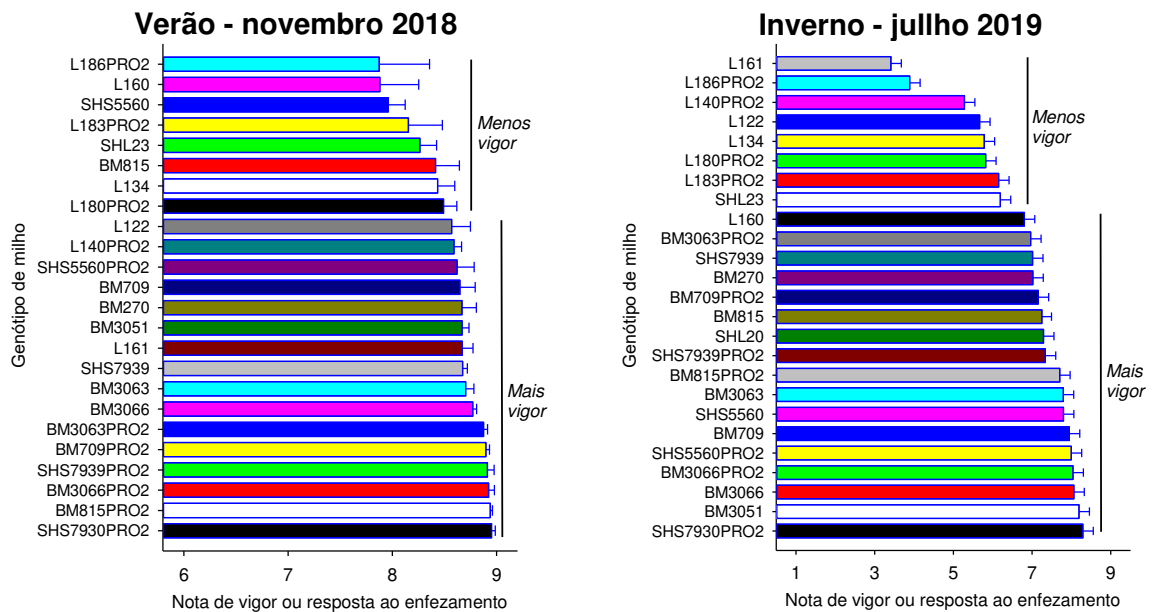
**Figura 2.** Dinâmica populacional da cigarrinha do milho *Dalbulus maidis* durante dois cultivos em Paracatu, MG. a) Novembro de 2018 (verão). b) Julho de 2019 (inverno). A densidade populacional da cigarrinha flutuou no tempo semelhantemente entre os 25 genótipos de milho (Tabela 6). Médias e erros padrões com a mesma letra não são diferentes pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

### Infestação por *Dalbulus maidis* em genótipos de milho



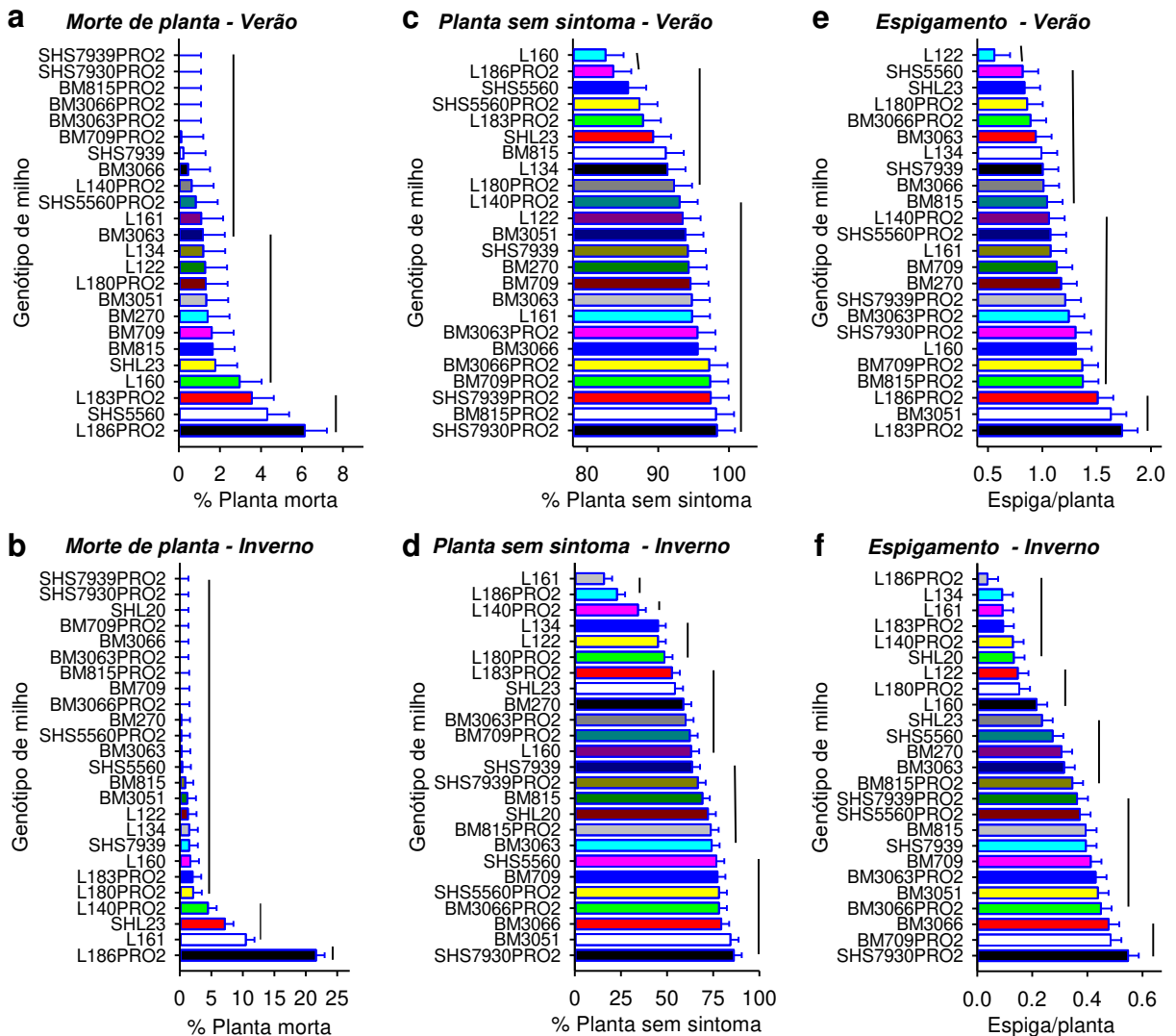
**Figura 3.** Nível de infestação pela cigarrinha *Dalbulus maidis* em genótipos de milho no cultivo de inverno, em julho de 2019. A intensidade de infestação pela cigarrinha foi diferente em alguns genótipos ( $P < 0.05$ ), mas em todos eles variou igualmente ao longo do tempo de cultivo (Tabela 6, Figura 1b). Médias e erros padrões com a mesma linha vertical não são significativamente diferentes pelo procedimento de agrupamento de Scott-Knott ( $P > 0,05$ ).

## Severidade de enfezamento em 25 genótipos de milho



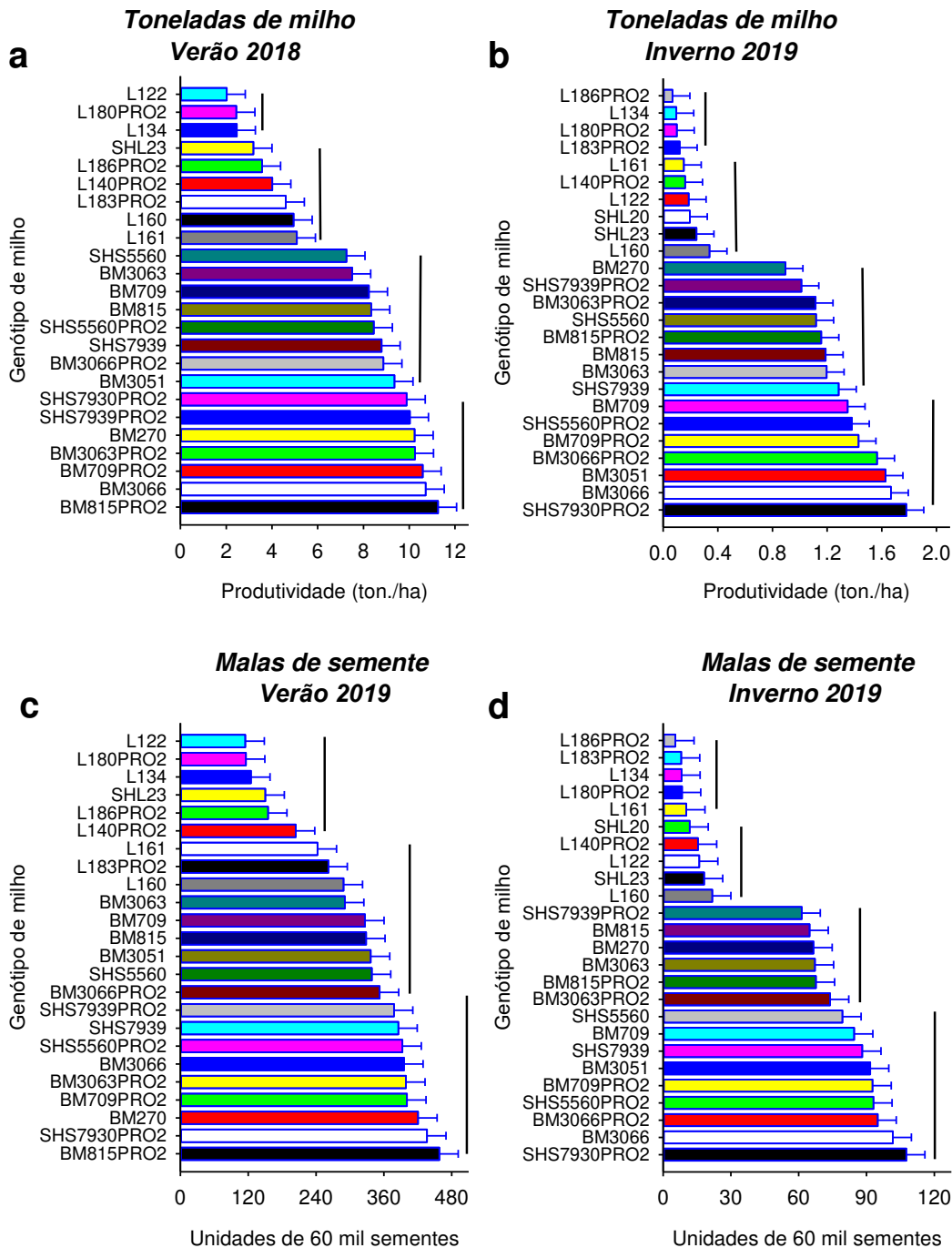
**Figura 4.** Resposta ao complexo de enfezamentos transmitidos pela cigarrinha *Dalbulus maidis* em genótipos de milho cultivados no verão, em novembro de 2018, e no inverno, em julho de 2019. Às plantas, no estágio fenológico R3, foram atribuídas notas de vigor em resposta ao enfezando usando escala de 9 categorias, 1, planta muito afetada (morta) e 9, a planta virtualmente imune (NEVES, 2018). Médias e erros padrões com a mesma linha vertical não são significativamente diferentes pelo procedimento de agrupamento de Scott-Knott ( $P > 0,05$ ).

### Sintomas de enfezamento em 25 genótipos de milho em cultivos de verão e inverno



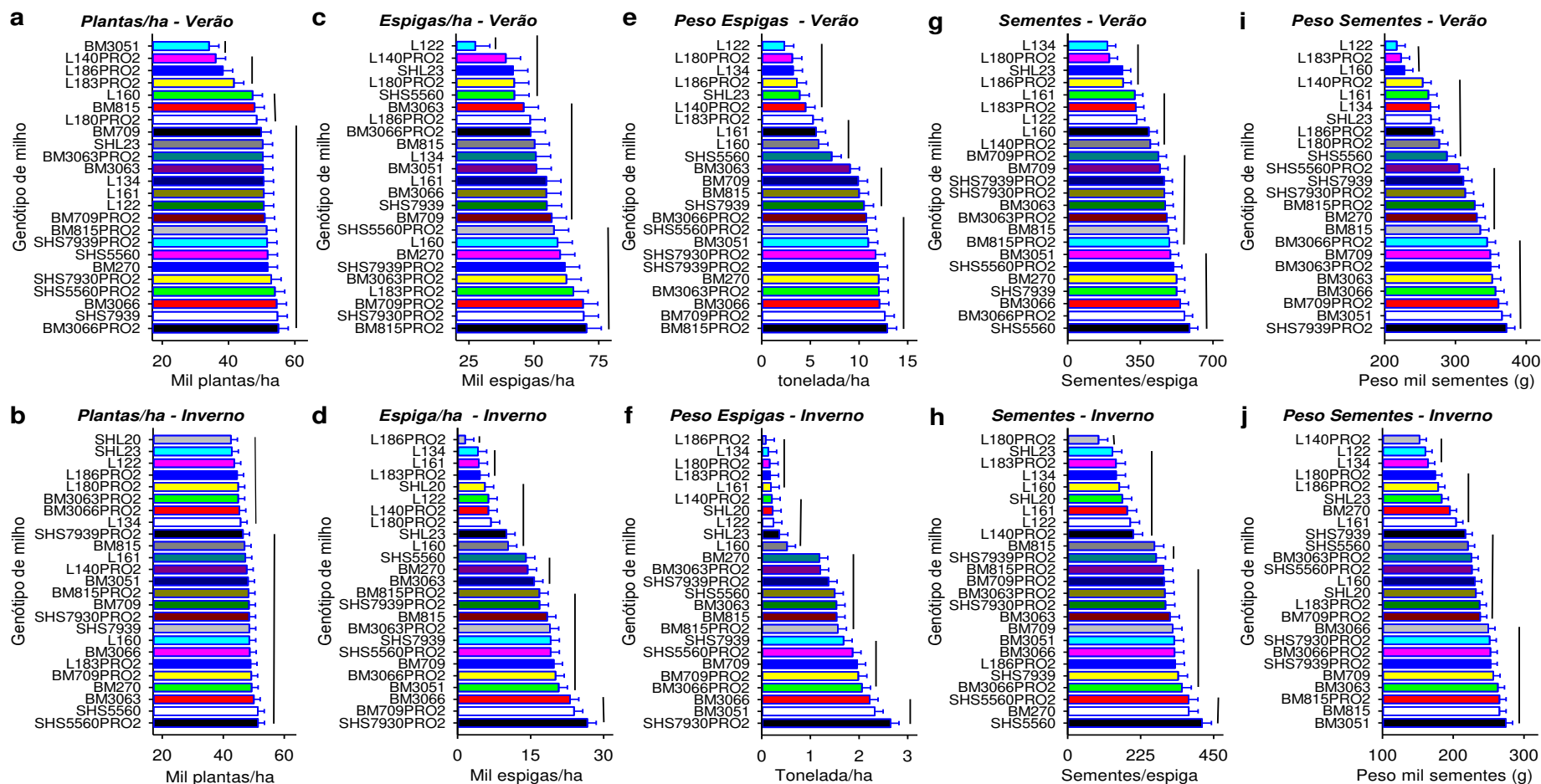
**Figura 5.** Caracterização de sintomas de enfezamento em plantas de 25 genótipos de milho cultivadas em duas épocas. **a, c, e**) Safra de verão (novembro de 2018, sob baixa infestação pelo vetor da doença, *Dalbulus maidis*). **b, d, f**) Safra de inverno (julho de 2019, sob alta infestação por *D. maidis*). Médias e erros padrões com a mesma linha vertical não são significativamente diferentes pelo procedimento de agrupamento de Scott-Knott ( $P > 0,05$ ).

1 **Produtividade de 25 genótipos de milho sob diferentes níveis de infestação por**  
 2 **cigarrinha e incidência de enfezamento**  
 3



4 **Figura 6.** Capacidade produtiva de 25 genótipos de milho cultivados sob diferentes  
 5 níveis de infestação pelo vetor (*Dalbulus maidis*) e incidência de enfezamentos. As  
 6 plantas foram cultivadas no verão, em novembro de 2018 (baixa infestação e  
 7 incidência), e no inverno, em julho de 2019 (alta infestação e incidência) (Figuras 1-  
 8 3). **a, b** Massa de sementes colhida por hectare. **c, d** Produto acabado por hectare,  
 9 ou seja, pacotes (malas) de 60 mil sementes. Médias e erros padrões com a mesma  
 10 linha vertical não são significativamente diferentes pelo procedimento de agrupamento  
 11 de Scott-Knott ( $P > 0,05$ ).  
 12  
 13  
 14

## Impacto do enfezamento nos componentes de produção de 25 genótipos de milho em duas épocas



**Figura 7.** Componentes de produção em 25 genótipos de milho cultivados em duas épocas com diferentes níveis de infestação por *Dalbulus maidis* e incidência de enfezamentos. **a, c, e, g, i)** Cultivo de verão (nov./2018). **B, d, f, h, j)** Cultivo de inverno (jul./2019) Médias e erros padrões com a mesma linha vertical não são significativamente diferentes pelo procedimento de agrupamento de Scott-Knott ( $P > 0,05$ ).

## ANEXO DE FIGURAS

a



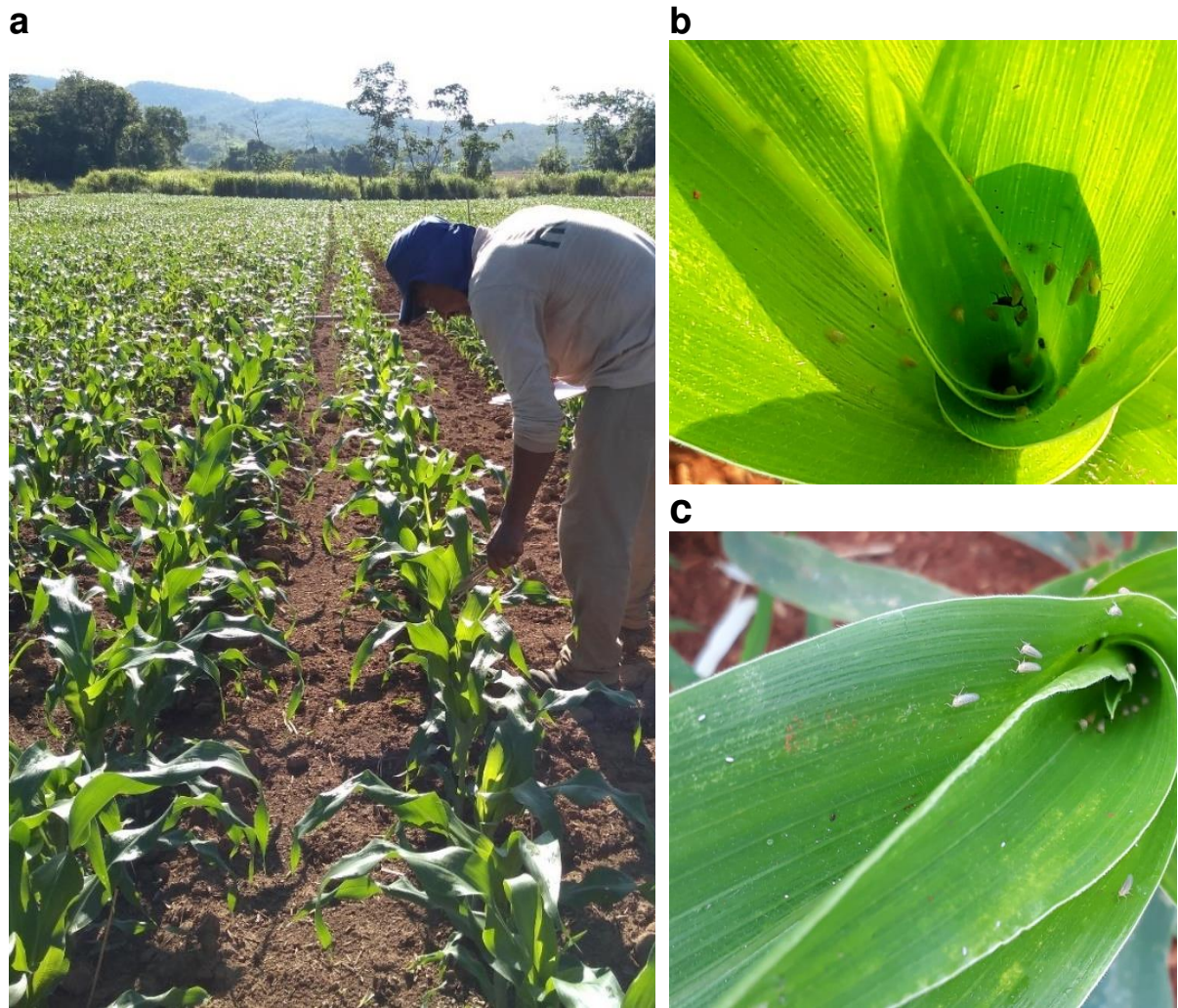
b



**Figura A1.** Visão geral do solo da área de cultivo por ocasião do plantio dos genótipos de milho. **a)** Detalhe da operação de semeadura. **b)** Detalhe da área com a marcação das parcelas experimentais.

**a****b**

**Figura A2** Vista parcial ensaio, mostrando o aspecto das plantas e a separação das parcelas. **a)** Detalhe das plantas em V5. **b)** Detalhe das plantas em V7.



**Figura A3** Avaliação da densidade populacional da cigarrinha e dos sintomas de enfezamento. **a)** Contagem de cigarrinhas realizada por 2 avaliadores. **b)** Detalhe da alta infestação de cigarrinhas no cartucho. **c)** Detalhe das cigarrinhas no cartucho da planta, a qual mostra sintomas iniciais de enfezamento.

**a****b**

**Figura A4.** Visão aérea das áreas do experimento. **a)** Pivô central cujo um setor foi usado como área experimental. **b)** Foto aérea do ensaio mostrando visível diferença na resposta das plantas ao enfezamento.

a



b



**Figura A5.** Detalhes do processamento do material colhido do campo para estimativa da produtividade. a) Espigas após a colheita. b) Separação e etiquetagem das espigas por genótipo para pesagem e debulha.