



SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO TOLERANTES AO COMPLEXO DE ENFEZAMENTO COMO ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE NO AGROECOSSISTEMA

João Pedro Tormena Magalhães¹, Rebeca Finco Ribeiro², Matheus Vinicius Dos Santos³, Izadora Finco Ribeiro⁴, Edneia Aparecida de Souza Paccola⁵, Francielli Gasparotto⁶

¹Acadêmico do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista PIBIC/Fundação Araucária. jpedrotormena@hotmail.com

²Acadêmica do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista PIBIC/Fundação Araucária. fincorebeca@outlook.com

³Acadêmico de Mestrado em Tecnologias Limpas, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista ICETI/CAPEs. matheuzvinicius@gmail.com

⁴Mestre, docente no Curso de Agrotecnologia, UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. izafinco@hotmail.com

⁵Coorientadora, Prof. Dra. do Curso de Agronomia e do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. edneia.paccola@unicesumar.edu.br

⁶Orientadora, Prof. Dra. do Curso de Agronomia e do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. francielli.gasparotto@unicesumar.edu.br

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das principais culturas agrícolas do Brasil, apresentando ampla adaptabilidade e importância socioeconômica. No entanto, a incidência do Complexo de Enfezamentos do Milho (CEM), transmitido pela cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), representa uma ameaça crescente à sanidade das lavouras. Este estudo teve como objetivo avaliar a resposta dos híbridos MG593 e DKB290 à severidade do CEM, em condições de campo, durante a safra de verão de 2024, no município de Maringá-PR. O experimento foi conduzido em blocos casualizados com quatro repetições, sendo utilizados critérios visuais de avaliação da severidade dos sintomas e a incidência de acamamento das plantas. Os sintomas observados foram compatíveis com o enfezamento pálido e o enfezamento vermelho, incluindo clorose foliar, brotamentos axilares, perfilhamento, fragilidade de colmos e morte precoce. O híbrido DKB290 apresentou maior severidade média (nota 4,82), com predominância de sintomas intensos e ocorrência de 3,33% de acamamento. O híbrido MG593 apresentou severidade intermediária (nota 3,19) e ausência de acamamento. A relação entre maior severidade do CEM e acamamento foi parcialmente confirmada, indicando que fatores genéticos influenciam esse comportamento. Os resultados destacam a importância da escolha de híbridos mais tolerantes como estratégia de manejo para mitigar os impactos do CEM e promover sistemas agrícolas mais sustentáveis e resilientes.

PALAVRAS-CHAVE: Cigarrinha; Híbridos; Mollicutes; *Zea mays* L.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.), pertencente à família Poaceae, é amplamente cultivada em escala mundial. Segundo Contini et al. (2019) os principais produtores são Estados Unidos, China e Brasil, sendo este o terceiro maior produtor e o maior exportador mundial. A produção brasileira para a safra 2024/2025 está estimada em 339,6 milhões de toneladas (CONAB, 2025). O milho apresenta fácil adaptação climática, elevado valor energético e nutricional, sendo utilizado tanto na alimentação humana quanto animal (Barros; Calado, 2014). Contudo, é bastante suscetível a doenças transmitidas pela cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*).

De acordo com Ramos (2021), essa praga é vetor dos agentes causadores do complexo de enfezamentos do milho (CEM), que inclui as bactérias *Spiroplasma kunkelii* (enfezamento pálido) e *Maize bushy stunt phytoplasma* (enfezamento vermelho), além do Maize rayado fino vírus. Os sintomas causados por esses patógenos incluem estrias cloróticas, redução da altura das plantas, encurtamento de entrenós, brotações nas axilas



foliares, fragilidade dos colmos e má formação das espigas, o que compromete significativamente a produtividade.

Segundo Do Prado e Canale (2021), na safra 2020/2021 houve um surto severo da praga, resultando em grandes prejuízos. Como não há controle eficaz após a infecção, e os inseticidas apresentam baixa eficiência, o uso de híbridos tolerantes ao CEM torna-se uma alternativa viável (Karlec et al., 2022). Essa estratégia favorece a produção de grãos de qualidade e reduz o uso de defensivos químicos, porém é necessário o desenvolvimento de estudos em diferentes regiões brasileiras quanto o comportamento dos híbridos de milho cultivados em relação ao complexo de enfezamentos. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a resposta dos híbridos MG593 e DKB290 quanto à tolerância ao complexo de enfezamento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Maringá-PR, na área experimental da Fazenda Escola Unicesumar, situada no noroeste do estado do Paraná (23°20'31.13"S; 51°52'32.01"O), a uma altitude de 480 metros. De acordo com os dados climáticos projetados, a região apresenta precipitação média anual de 1.561 mm e temperatura média de 22 °C. O solo local é classificado como Latossolo Vermelho de textura argilosa, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

A semeadura foi realizada sob sistema de plantio direto, com adubação de base e cobertura conforme as recomendações técnicas. A condução do experimento seguiu delineamento em blocos ao acaso, com dois tratamentos e quatro repetições, totalizando 8 parcelas. Cada parcela foi composta por quatro linhas de milho com 5 metros de comprimento, espaçamento entre linhas de 0,45 m e densidade de cinco plantas por metro, sendo consideradas úteis as duas fileiras centrais. Os híbridos avaliados foram o MG593 e o DKB290, estes foram selecionados com base no protocolo da Rede Agropesquisa Paraná para avaliação da reação ao CEM.

A severidade do CEM foi avaliada aos 100 dias após o plantio, utilizando-se uma escala de notas de 1 a 6: nota 1 – plantas assintomáticas; nota 2 – menos de 25% das folhas com sintomas; nota 3 – 25% a 50% das folhas com sintomas; nota 4 – 50% a 75% das folhas com sintomas; nota 5 – mais de 75% das folhas com sintomas; e nota 6 – morte precoce causada pelos enfezamentos (Silva et al., 2021).

Enquanto a incidência de acamamento foi registrada aos 25 dias após a maturação fisiológica, pela relação entre número de plantas acamadas e o total de plantas na parcela, conforme a Equação 1:

$$\text{Acamamento (\%)} = (n^{\circ} \text{ de plantas acamadas} \times 100) / n^{\circ} \text{ total de plantas da parcela}$$

(Equação 01)

Os dados experimentais foram submetidos ao teste de homogeneidade e análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância, utilizando-se o programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os híbridos avaliados apresentaram sintomas do CEM, ainda que com graus de severidade distintos. Os sintomas identificados incluíram manchas cloróticas, brotamentos axilares, múltiplas espigas e fragilidade dos colmos, associados ao *Spiroplasma kunkelii* (enfezamento pálido), bem como listras vermelhas nas folhas, perfilhamento e morte precoce, sintomas relacionados ao Maize bushy stunt phytoplasma (enfezamento vermelho), conforme descrito por Vilanova (2021).



Quanto à severidade, os híbridos obtiveram a seguinte avaliação, o MG593 com nota 3,19, ou seja 25% a 50% de folhas com sintomas e o híbrido DKB290 apresentou nota 4,82, com 50% a 75% das folhas afetadas e predominância de morte precoce (Gráfico 1).

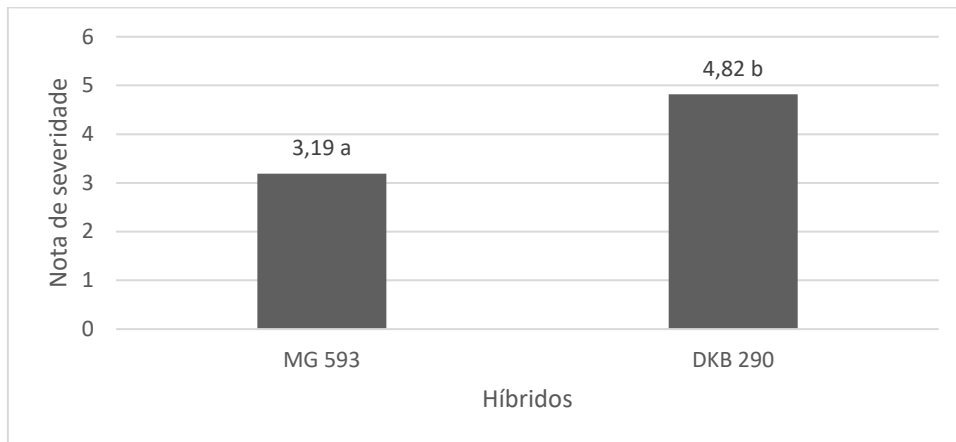


Gráfico 1: Nota média da severidade do complexo de enfezamentos em diferentes híbridos de milho na safra de verão de 2024.

*Notas de Severidade: 1- Plantas assintomáticas; 2- plantas com menos de 25% das folhas com sintomas de enfezamento, avermelhada ou amarelada; 3- plantas com 25 a 50% das folhas com sintomas; 4- plantas com 50 a 75% das folhas com sintomas; 5- plantas com mais de 75% das folhas com sintomas e 6 plantas com morte precoce causada por enfezamentos (Silva et al., 2021).

Médias seguidas por letras diferentes no gráfico diferem pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. CV (%) = 28,20.

Fonte: Dados da pesquisa.

Foi verificada a ocorrência de acamamento de plantas para o híbrido DKB290, que apresentou maior severidade da doença, com 3,33% de plantas acamadas, já o híbrido MG593, apesar da severidade intermediária, não apresentou acamamento (Gráfico 2).

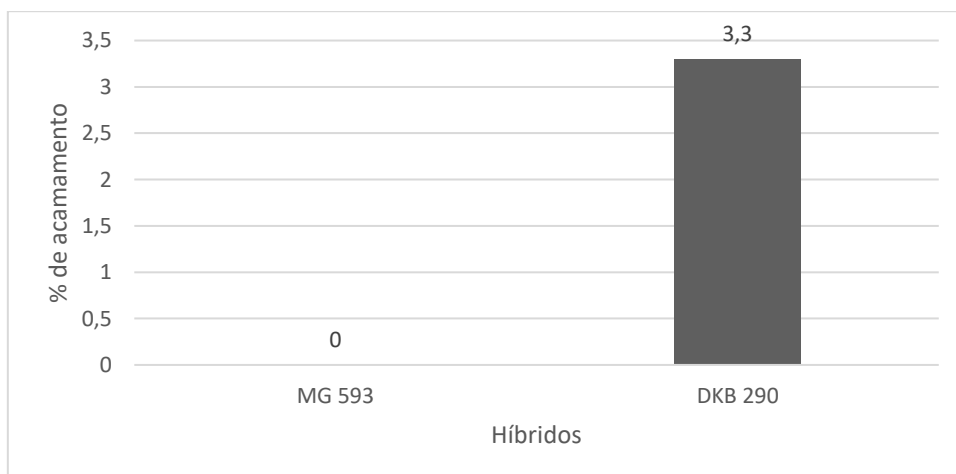


Gráfico 2: Porcentagem de acamamento de plantas de diferentes híbridos de milho na safra de verão de 2024.

Segundo Hoelscher (2020), há correlação entre a gravidade do enfezamento e a incidência de acamamento, como parcialmente observado neste estudo. O autor ressalta que plantas mais afetadas pelo CEM tendem a apresentar maior incidência de acamamento, o que pode ser agravado por características genéticas do híbrido.



O complexo de enfezamento tem impacto direto sobre a produtividade das lavouras, sendo a resistência genética um fator-chave no controle das doenças transmitidas por *D. maidis* (Oliveira; Sabato, 2016). Em geral, quanto menor a resistência ao CEM, maior é a perda de produtividade e o acamamento de plantas.

Cota et al. (2018) observaram correlação negativa entre a produtividade e a severidade do CEM. O híbrido menos produtivo foi o mais afetado, reforçando a importância da escolha de materiais mais tolerantes para minimizar perdas, padrão que se repete nos resultados do presente estudo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicaram que todos os híbridos avaliados apresentaram sintomas do CEM, embora com diferentes níveis de severidade. O híbrido DKB290 destacou-se negativamente por apresentar maior severidade média (nota 4,82), com elevada incidência de morte precoce e ocorrência de acamamento, enquanto o híbrido MG593 apresentou severidade intermediária (nota 3,19) e ausência de acamamento.

A relação entre maior severidade do CEM e incidência de acamamento foi parcialmente confirmada, sugerindo que fatores genéticos também influenciam esse comportamento. Tais resultados reforçam a importância da escolha de híbridos mais tolerantes como estratégia para minimizar perdas produtivas, promover a resiliência do sistema agrícola e contribuir para a sustentabilidade da cadeia produtiva do milho, especialmente frente aos desafios fitossanitários impostos pelo CEM.

REFERÊNCIAS

BARROS, J. F.C.; CALADO, J. G. **A cultura do milho**. Escola De Ciências e Tecnologia Departamento De Fitotecnia, Évora, 2014.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim da Safra de Grãos: Safra 2024/2025** – 10º levantamento. Brasília: Conab, 2025. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 04 ago. 2025.

CONTINI, E. *et al.* **Milho: caracterização e desafios tecnológicos**. Brasília: Embrapa. (Desafios do Agronegócio Brasileiro, 2), 2019.

COTA, L. V. et al. Relação entre produtividade de híbridos de milho e severidade do enfezamento. **Revista Brasileira de Agricultura**, Piracicaba, v. 53, n. 4, p. 245-252, 2018.

DO PRADO RIBEIRO, L.; CANALE, M. C. Cigarrinha-do-milho e o complexo de enfezamentos em Santa Catarina: panorama, patossistema e estratégias de manejo. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 34, n. 2, p. 22-25, 2021.

FERREIRA, D.F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. **Proceedings of the 45th Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria**, São Carlos- SP, p.255-258, 2019.

HOELSCHER, G. L. **Híbridos de milho (*Zea mays* L.) e intensidade de danos, a campo, ao complexo de enfezamento**. 2020. 42 f. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon, 2020.



KARLEC, A. L. **Avaliação de híbridos de milho quanto ao complexo de enfezamento.** 2022. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Agronomia – Universidade Federal da Fronteira Sul. Cerro Largo, 2022.

OLIVEIRA, A. S.; SABATO, E. M. Resistência genética ao complexo de enfezamento em híbridos de milho. **Revista Brasileira de Fitopatologia**, São Paulo, v. 44, n. 3, p. 183-190, 2016.

RAMOS, A. **Respostas comportamentais da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), a plantas infectadas pelo fitoplasma do milho.** 2021. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2021.

SILVA, D. D. et al. **Protocolos para experimentação, identificação, coleta e envio de amostras da cigarrinha *Dalbulus maidis* e de plantas com enfezamentos em milho.** Folhetos, Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2021. 23 p.

VILANOVA, E. d. S. **Efeito do estágio de desenvolvimento da planta e densidade populacional do vetor, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), sobre a transmissão e danos do fitoplasma do milho.** 2021. 84 f. Dissertação de mestrado - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2021.