



# QUALIDADE SANITÁRIA DE GRÃOS DE MILHO SOB O ENFOQUE DA SUSTENTABILIDADE E SAÚDE AMBIENTAL: ESTUDO DO COMPLEXO DE ENFEZAMENTO NAS SAFRAS DE VERÃO 2023/2024 E 2024/2025

*Rodolfo Wolfgang de Almeida Reichardt<sup>1</sup>; Giovana de Lima Balam<sup>2</sup>; Jéssica Camila Nogueira Rabelo<sup>3</sup>, Izadora Finco Ribeiro<sup>4</sup>; Edneia Aparecida de Souza Paccola<sup>5</sup>; Francielli Gasparotto<sup>6</sup>*

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. PIC Unicesumar. rwarbr0708@gmail.com

<sup>2</sup>Acadêmico do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. PIC Unicesumar. giovanadelimabalan@hotmail.com

<sup>3</sup>Acadêmico do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. PIC Unicesumar. je.nogueirarabelo@outlook.com

<sup>4</sup>Mestre, Docente no Curso de Agrotecnologia, UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. izafinco@hotmail.com

<sup>5</sup>Coorientadora, 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

<sup>6</sup>Orientadora, 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 é uma das culturas de maior expansão no Brasil devido a sua importância para alimentação humana e animal. Simultaneamente com o aumento de produção também há uma necessidade cada vez maior de alcançar segurança alimentar e garantia de produção desse grão. Assim, objetiva-se avaliar a sanidade de grãos de milho produzidos em plantas sintomáticas ao complexo de enfezamentos do milho em duas safras. O delineamento experimental será em blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos serão constituídos pelos híbridos de milho FS575, MG593, DKB360, DKB290, B2401 e B2702 nas safras de verão 2023/2024 e 2024/2025. Será realizado o monitoramento de cigarrinhas com armadilhas adesivas um dia por semana a partir da semeadura até o estádio V8. A severidade do complexo de enfezamento será realizada por meio da escala de notas que varia de 1 a 6. Após a colheita, a sanidade dos grãos será avaliada em laboratório por meio do teste em papel de filtro com congelamento. Os resultados de cada parâmetro serão submetidos ao teste de homogeneidade e à análise de variância, verificando-se a significância, as médias serão comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Com a pesquisa espera-se relacionar a qualidade sanitária dos grãos com a severidade do complexo do enfezamento, e auxiliar na tomada de decisão sobre a viabilidade do emprego dos grãos para alimentação humana acarretando sustentabilidade a cadeia produtiva do milho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Segurança alimentar; Sustentabilidade agrícola; *Zea mays*.

## 1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das gramíneas mais cultivadas no mundo, devido a sua adaptabilidade e produtividade, sendo cultivada em climas tropicais, subtropicais e temperados (Barros; Calado, 2014). Sendo superada apenas pela soja, a cultura do milho se destaca sendo uma das mais cultivadas do Brasil, em um levantamento realizado, a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2025), estima-se que a produção da safra de 2024/2025 alcance cerca de 119 milhões de toneladas. O Paraná se destaca na produção do grão, com o estado podendo alcançar 14,6 milhões de toneladas no ciclo 2023/2024, 3% maior do que na safra passada (DERAL, 2024).

Atualmente o milho é cultivado em praticamente todas as épocas do ano, com o cultivo de verão sendo conhecido como a primeira safra, onde o plantio é focado na primavera/verão e o cultivo de inverno realizado após a colheita de soja, chamado de safrinha (Contini *et al.*, 2019). As várias finalidades do milho como alimentação animal e



humana, produção de silagem, produção de combustível, e produção de grãos sua influência e importância no agronegócio mundial (Barros; Calado, 2014).

Existem diversos fatores que podem prejudicar a cultura do milho, interferindo ou mesmo impossibilitando a sua colheita e consumo, entre esses estão as doenças que infectam e colonizam desde a raiz até as folhas da planta, um exemplo é o complexo de enfezamento que tem causado diversas perdas nas últimas safras (Cota *et al.*, 2021). Os enfezamentos do milho são doenças provocadas pelos mollicutes *Maize bushy stunt phytoplasma* (MBSP) e *Corn stunt Spiroplasma - Spiroplasma kunkelii* (CSS), esses, causam respectivamente o enfezamento vermelho e o enfezamento pálido (Ávila *et al.*, 2021). Ambos os patógenos são transmitidos pela cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis*, o inseto obtém os mollicutes ao se alimentar de plantas doentes e realizam a transmissão para plantas saudáveis alimentando-se delas (Casela; Ferreira; Pinto, 2006).

Para manejar esse complexo, diversas cultivares de milho com diferentes níveis de resistência aos enfezamentos estão disponíveis no mercado (Tavares *et al.*, 2020). Porém, os enfezamentos continuam presentes, em níveis variáveis de incidência, e sempre existe a possibilidade da ocorrência de surtos epidêmicos, já que as interações entre patógenos e hospedeiros são dinâmicas. Apesar de vários aspectos relacionados ao complexo já terem sido elucidados, verifica-se uma lacuna do conhecimento acerca do efeito deste complexo sobre a sanidade dos grãos produzidos em plantas acometidas por essa enfermidade.

Assim, é necessário estabelecer a relação entre o complexo de enfezamento e a incidência de doenças fúngicas nas espigas, visto que os grãos podem ser danificados por fungos resultando em grãos ardidos, cuja tolerância máxima permitida nas agroindústrias é de 6% (MAPA, 2011). Alguns gêneros fúngicos são produtores de micotoxinas que apresentam grande risco à saúde humana e animal (Neto; Boscaini, 2019; Prestes *et al.*, 2019). Neste sentido, pesquisas que tem por objetivo analisar a qualidade sanitária de grãos de milho são de importância fundamental para a sustentabilidade desta cadeia produtiva e segurança alimentar. Assim, objetiva-se avaliar a sanidade de grãos de milho produzidos em plantas sintomáticas ao complexo de enfezamentos do milho em duas safras.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento será realizado no município de Maringá-PR, localizada na área experimental da Fazenda Escola Unicesumar, localizada no noroeste do estado do Paraná com altitude de 480 metros acima do nível do mar. O estudo da pluviometria regional indica que o campo experimental se localiza em área de precipitação média anual de 1561 mm e temperatura média de 22°C. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho com textura argilosa, identificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Para comparação entre as duas safras serão avaliados os resultados obtidos com o plantio da safra de verão 23/24, colhida em fevereiro de 2024 e os da safra de verão 24/25, ambos experimentos conduzidos da mesma forma e com os mesmos híbridos. O plantio e condução das plantas ocorrerá a campo em delineamento em blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições, num total de 24 parcelas, que serão compostas de quatro linhas de milho com 5 metros de comprimento no espaçamento 0,45 metros entre linhas e 5 plantas por metro. Os tratamentos serão constituídos por 6 híbridos de milho: FS575, MG593, DKB360, DKB290, B2401 e B2702. A semeadura de milho será realizada de forma manual, se utilizando da matraca, e os demais tratamentos culturais serão realizados quando necessários de forma que não interfira nos resultados da pesquisa.



O monitoramento da presença de cigarrinhas será realizado com armadilhas adesivas um dia por semana a partir da sementeira até o estágio V8. As armadilhas serão distribuídas ao redor e no meio das parcelas experimentais e o número de cigarrinhas será contado em cada uma destas. As plantas serão avaliadas quanto à severidade do complexo de enfezamento entre 90 e 100 dias após o plantio, por meio da escala de notas que varia de 1 a 6, referente à média dos sintomas das plantas na parcela (SILVA et al., 2021).

A produtividade será estimada por meio da colheita de todas as espigas das duas linhas úteis de cada parcela. Os grãos serão debulhados, umidade será estimada, e a produtividade será convertida em kg.ha<sup>-1</sup> na umidade padrão de 13%. Logo após a colheita será realizada a avaliação da qualidade e sanidade dos grãos. Cada conjunto de espigas de cada híbrido será debulhado de forma separada e os grãos serão levados ao laboratório de Fitopatologia da Unicesumar. A sanidade de cada grupo de híbridos será avaliada usando o teste de incubação em papel filtro com congelamento (BRASIL, 2009).

Esses grãos selecionados serão inicialmente desinfestados usando a imersão em hipoclorito de sódio a 1% por 3 minutos. Em seguida lavados duas vezes com água destilada esterilizada e, posteriormente, 25 grãos serão distribuídos equidistantemente em caixas tipo gerbox contendo papel de filtro umedecido água destilada esterilizada. Os gerbox serão mantidos em temperatura ambiente para estimular a germinação dos grãos. Após 24h, serão transferidos para o freezer a uma temperatura de -5C por um período de 24 horas e, posteriormente, levados a câmara de incubação ajustada com a temperatura de 24C e fotoperíodo de 12 horas. Após 7 dias, a identificação e quantificação dos patógenos presentes nos grãos será realizada com o auxílio de um microscópio estereoscópio e de um microscópio binocular.

Os resultados de cada parâmetro avaliado serão submetidos ao teste de homogeneidade e a análise de variância, verificando-se a significância, as médias serão comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As análises serão realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

### 3 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que os dados obtidos permitam determinar a qualidade sanitária dos grãos produzidos pelos híbridos de milho FS575, MG593, DKB360, DKB290, B2401 e B2702 nas safras de verão 2023/2024 e 2024/2025, bem como identificar possíveis correlações entre a severidade do complexo de enfezamentos e a incidência de patógenos nos grãos.

Com base nesses resultados, pretende-se inferir sobre a viabilidade do uso desses grãos para alimentação humana e animal, considerando os riscos fitossanitários envolvidos. Espera-se, ainda, que os dados gerados subsidiem a tomada de decisões mais assertivas por parte de produtores, técnicos e formuladores de políticas públicas, visando à sustentabilidade da cadeia produtiva do milho, com foco na segurança alimentar, na saúde ambiental e na eficiência dos sistemas agrícolas.

### REFERÊNCIAS

AVILA, C. J.; OLIVEIRA, C. M. de; MOREIRA, S. C. da; BIANCO, R.; TAMAI, M. A. A cigarrinha *Dalbulus maidis* e os enfezamentos do milho no Brasil. **Revista Plantio Direto**, p. 18-25, 2021.

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A Cultura do Milho**. Texto de apoio para as Unidades Curriculares de Sistemas e Tecnologias Agropecuários, Tecnologia do Solo e das Culturas. Noções Básicas de Agricultura e Fundamentos de Agricultura Geral. Escola de



ciências e tecnologia departamento de fitotecnia Évora, 2014. Disponível em:  
<<https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebenta-milho.pdf>>.

BRASIL. **Manual de análise sanitária de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS. 2009. 202p.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. da S.; PINTO, N. F. J. de A. **Doenças na cultura do milho**. 2006.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento safra brasileira de grãos**, v.6 – Safra 2022/23, n.5 - Quinto levantamento. 2025. 108 p.

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

COTA, L. V.; OLIVEIRA, I. R. de; SILVA, D. D. da; MENDES, S. M.; COSTA, R. V. da; SOUZA, I. R. P. de; SILVA, A. F. da. **Manejo da cigarrinha e enfezamentos na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2021. 17 p.

DERAL - Departamento De Economia Rural. **Prognóstico Agropecuário – Milho 2022/2023**, v.14, N.46. 2022. 9 p. Disponível em:  
<<https://www.agricultura.pr.gov.br/Pagina/Edicao-atual-Prognostico-Agropecuario-0>>.

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.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento Técnico do Milho**. Instrução Normativa nº 60, 2011. 9 p.

NETO, J. R. C.; BOSCAINI, R. Grãos ardidos em milho: uma revisão. **Revista Científica Rural**, v.21, nº2, p.105-125, 2019.

PRESTES, I. D.; ROCHA, L. O.; NUÑEZ, K. V. M.; SILVA, N. Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências. **Scientia Agropecuaria**, v.10, n.4, p.559-570, 2019.

SILVA, D. D. da; SOUZA, I. R. P. de; OLIVEIRA, I. R. de; MENDES, S. M.; COTA, L. V.; COSTA, R. V. da; OLIVEIRA, C. M. de; MEIRELLES, W. F.; BORDIN, I.; BIANCO R.; ANDROCIOLI, H. G.; SILVA, M. R. L. da; LEMISKA, A.; ARAÚJO, M. M. **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, 23p. 2021.

TAVARES, D. C. G. *et al.* Utilização de agrotóxicos no Brasil e sua correlação com 485 intoxicações. **Sistemas & Gestão**, v.15, n.1, p.2–10, 2020.