



AVALIAÇÃO DO TEOR DE AMIDO, PROTEÍNA E LIPÍDIO EM GRÃOS DE MILHO DE PLANTAS SINTOMÁTICAS PARA O COMPLEXO DO ENFEZAMENTO

*Fabiana Miranda de Lino Cruz¹, João Vítor Berta de Melo², Rebeca Finco Ribeiro³,
Jéssica Camila Nogueira Rabelo⁴, Francielli Gasparotto⁵, Edneia Aparecida de Souza
Paccola⁶*

¹Acadêmica do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. fabianamiranda65@gmail.com

²Acadêmico do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista PIBIC/Fundação Araucária. jberta776@gmail.com

³Acadêmica do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista PIBIC/Fundação Araucária. fincorebeca@outlook.com

⁴Acadêmica do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. je.nogueirarabelo@outlook.com

⁵Coorientadora, Prof. Dr^a. 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

⁶Orientadora, Prof. Dr^a. 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

RESUMO

O complexo do enfezamento no milho é um grupo de fitopatógenos que afetam gravemente a cultura do milho, causando perdas significativas de produtividade e qualidade dos grãos. Os agentes envolvidos são bactérias da classe dos Mollicutes e o vírus Maize Rayado Fino, os quais são transmitidos pela cigarrinha-do-milho que ao se alimentar de plantas de milho, transmitem esses patógenos para o floema, impedindo assim a translocação dos fotoassimilados para os grãos. Diante disso, este projeto visa avaliar a quantidade do amido, proteína e lipídios nos grãos de híbridos de milho sob efeito do complexo do enfezamento em duas safras. O delineamento experimental utilizado será de blocos ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições. Cada parcela será composta por quatro linhas, com 5 metros de comprimento no espaçamento 0,45 metros entre linhas e 5 plantas por metro. As plantas das duas fileiras centrais da parcela serão avaliadas quanto à severidade do complexo de enfezamento, por meio da escala de notas de 1 a 6. Após a colheita será determinado o teor de amido total, proteína total e lipídios nos grãos de milho dos híbridos das plantas sintomáticas para o complexo do enfezamento. Os resultados de cada parâmetro serão submetidos ao teste de homogeneidade e análise de variância. Uma vez constatada a significância, as médias serão comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Com os dados gerados espera-se avaliar se a severidade da doença nos híbridos de milho pode afetar o teor de amido, proteína e lipídio dos grãos.

PALAVRAS-CHAVE Bromatologia; *Dalbulus maidis*; Sustentabilidade agrícola, *Zea mays*.

1 INTRODUÇÃO

A importância do milho no Brasil é ampla, pois sua produção ocorre tanto em pequenas propriedades tipicamente familiares, cuja finalidade é a subsistência, bem como em grandes extensões de terra, na qual predomina o uso de tecnologias de produção e mão de obra qualificada (Lima; Dudek, 2020). De acordo com o décimo segundo levantamento de produção agrícola desse grão, a safra produtiva deste se encerra com uma produção de 115.723,2 mil toneladas em uma área plantada de 21.058,5 mil hectares, obtendo uma produtividade média de 5.495 Kg/ha (CONAB, 2024). Especificamente, conforme o décimo segundo levantamento, o Paraná apresenta uma produção de 14.996 mil toneladas, em uma área plantada de 2.808,8 mil hectares com uma produtividade de 5.338,93 Kg/ha (CONAB, 2024).

O milho se destaca, sobretudo em razão do seu valor nutritivo e da boa produção de massa por unidade de área plantada. Tendo em vista a importância econômica do milho, perdas expressivas de produção são um grande problema para economia não só no Brasil,



como no mundo inteiro. Perdas massivas ocorrem pela incidência de insetos pragas, que utilizam a planta para alimentação, como abrigo ou para se reproduzirem (Ávila et al., 2022). Sendo assim, nos últimos anos, o aumento da população da cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*) vem preocupando produtores e pesquisadores brasileiros (Ávila et al., 2022).

A cigarrinha se alimenta da planta, ocasionando danos diretos e transmite os patógenos que são responsáveis pelo complexo do enfezamento no milho (CEM), dois Mollicutes, como *Spiroplasma kunkelii*, causador do enfezamento vermelho, e o *Fitoplasma Maize Bushy Stunt Phytoplasma* (MBSP), responsável pelo enfezamento pálido e um vírus, *Maize rayado fino vírus* (MRFV) (Cota et al., 2021). Devido a isso, ocorre a redução no desenvolvimento e tamanho das plantas, assimilação de nutrientes, má formação de grãos, redução de espiga e entrenós, tornando-as até improdutivas (Kimati et al., 1997).

A bromatologia dos grãos de milho compreende o estudo de sua composição nutricional, digestibilidade e potencial contaminação, também a possibilidade de mensurar quanto efetivamente CEM pode causar de prejuízos para cultura, em relação a alguma alteração na concentração dos componentes dos grãos (Cruz; Ferrari; Matoso, 2016). Deste modo, através de pesquisas da análise bromatológica dos grãos de milho pode-se determinar a concentração de lipídios, amido e proteínas presentes nos grãos de milho e avaliar a qualidade em seus aspectos químicos, que podem impactar no valor nutricional para a nutrição animal e humana (Karlec, 2022).

As principais partes que compõem o grão do milho são o endosperma, o pericarpo e o gérmen. Cada fração apresenta composição química distinta na qual a qualidade é dependente do material genético, bem como das condições do ambiente (Pinto, 2011). O grão de milho é composto por amido (60%), além de proteína (cerca de 8%), óleo (cerca de 3,7%), água (15%), açúcares (cerca de 2%), minerais totais (1,5%) e outros constituintes como fibras, minerais e vitaminas. Os ácidos graxos insaturados (ácidos oléico e linoléico) perfazem o maior percentual de óleo presente no milho (Mundstock, 2006). Além disso, estão presentes no grão de milho os carotenóides, localizados no endosperma (Paes, 2011).

Atualmente, nas lavouras, são utilizadas várias cultivares de milho com diferentes níveis de tolerância aos enfezamentos. No entanto, os patógenos ainda continuam a aparecer em níveis variados de incidência e sempre existe a oportunidade de ocorrência de epidemias na cultura, principalmente porque o contato entre patógenos e hospedeiros são dinâmicos. Ainda há uma falta de compreensão sobre como o CEM afeta a composição dos grãos produzidos por plantas infectadas. Isso ajudará a esclarecer dúvidas sobre a viabilidade do uso desses grãos na alimentação humana e animal.

Diante deste contexto, este projeto tem o objetivo de avaliar, avaliar a severidade do complexo do enfezamento em relação a teor de amido, proteína e lipídio nos grãos de híbrido milho.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento será realizado no município de Maringá-PR, na área experimental da Fazenda Biotec da instituição UniCesumar, localizada no noroeste do estado do Paraná (23°20'31.13"S 51°52'32.01"O) com altitude de 480 metros acima do nível do mar. O estudo da pluviosidade da região indica que o campo experimental se localiza em área de precipitação média anual de 1561 mm e temperatura média de 22°C. O solo do local é categorizado como Latossolo Vermelho com textura argilosa, identificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (SANTOS et al., 2018).

O delineamento experimental será o de blocos ao acaso com quatro tratamentos: T1-DKB360; T2-FS575; T3-MG593; T4-K7500; T5-B2702; T6-MG635 e T7-B2401 com quatro



repetições. Cada parcela foi composta por quatro linhas, com 5 metros de comprimentos no espaçamento 0,45 metros entre linhas e 5 plantas por metro, sendo a área útil as duas fileiras centrais. O plantio foi realizado de forma manual, utilizando-se uma matraca, e os demais tratos culturais foram realizados quando necessários de forma que não interferiram nos resultados da pesquisa.

Os híbridos trabalhados neste experimento variam entre slide acordo com o tipo de tecnologia embarcada nas sementes, seus ciclos (precoce-superprecoce) e suas épocas de plantio, as quais são fundamentais para um bom desenvolvimento das lavouras.

O monitoramento da presença de cigarrinhas na área foi feito através de armadilhas adesivas, sendo trocada semanalmente a partir do cultivo até o estágio V8. As armadilhas foram distribuídas ao redor e no meio das parcelas experimentais e o número de cigarrinhas foi contado em cada uma delas.

A colheita será realizada manualmente, das quais somente as duas linhas centrais de cada parcela foram coletadas e as espigas foram ensacadas de acordo com seus tratamentos e blocos, posteriormente foram enviadas para as análises laboratoriais bromatológicas dos grãos de híbridos de milho.

A avaliação da severidade dos enfezamentos foi realizada por meio de uma escala de notas que varia de 1 a 6, referente à média dos sintomas das plantas por parcela, onde 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) aos 100 dias após o plantio.

A partir dos grãos de cada híbrido preparou-se as amostras para avaliação bromatológica. Os grãos serão triturados em moinho rotor tipo ciclone/Willey, modelo MA1340 e a avaliação bromatológica dos híbridos investigados nesta proposta compreenderá as análises de lipídios, proteína total e amido total.

O extrato etéreo (lipídios totais) será determinado por extração em um sistema Soxhlet em refluxo por 8 horas, com éter de petróleo como solvente, conforme descrito pelos métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985) e pelo trabalho recente de Galeriani e Cosmo (2020).

A proteína bruta será estimada através do teor de nitrogênio liberado na forma de amônia, utilizando-se o método clássico de Kjeldahl (AOAC, 1990). O valor encontrado será multiplicado por 6,25, que é o fator de conversão para esta proteína (KENNEDY, 1971). Este ensaio será realizado em etapas sequenciais de digestão, destilação e titulação, minuciosamente descritas na literatura (GALERIANI; COSMO, 2020).

Para determinação do teor de amido total dos híbridos investigados será utilizada a “Metodologia de Determinação da Extratibilidade e Isolamento de Amido de Grãos de Milho por Via Úmida em Escala Laboratorial” desenvolvida pela Embrapa Milho e Sorgo (PAES; BARBOSA, 2019).

Os resultados de cada parâmetro avaliado 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. As análises serão realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2019).

3 RESULTADOS ESPERADOS

Planeja-se gerar resultados que possam servir de informações que guiem técnicos e produtores rurais a montar ações voltadas para melhorar o manejo da cultura do milho,



que possam alavancar com êxito o enfrentamento causado pelo impacto do complexo do enfezamento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda existe falta de entendimento sobre o efeito do complexo a respeito da composição dos grãos produzidos em plantas infectadas por esta enfermidade. Diante disso, pesquisas que relacionem a bromatologia de grãos produzidos em plantas de milho com enfezamento são importantes para sanar dúvidas existentes sobre a viabilidade da utilização destes grãos para alimentação humana e animal. Com o maior conhecimento sobre esta relação, será possível planejar ações voltadas para o manejo da cultura do milho, potencializando o enfrentamento dos impactos causados pelo complexo de enfezamento.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q.; MELO, F. de B. **Performance de cultivares de milho-verde no município de Teresina, Piauí**. Teresina-Piauí: Embrapa Meio-Norte. 2011. 4p. (Comunicado Técnico 227).

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento safra brasileira de grãos, v.6 – Safra 2023/24, n.6 - Sexto levantamento**. 2024. 125 p. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos>>.

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.

COTA, L. V. et al. **Resistência de genótipos de milho aos enfezamentos**. Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 247, p. 11, 2018.

FELDMANN, N. A. *et al.* Manejo da cigarrinhas-do-milho (*Dalbulus maidis*). **Revista Inovação: Gestão e Tecnologia no Agronegócio**, v. 2, p. 144–168, 2023.

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

FONTINELE YR, Santos VB, Nascimento LO, Aragão AC, Nas cimento MM, Ferreira AB, Lima AFB, Moreira JGV, Araújo DR. Variability, associationandselectionofpromisingcharacters for breedingcreolemaize. **Journalof Experimental agricultureInternational**. 2021; 43(4): 31-43. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.9734/jeai/2021/v43i430670>

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**.3. ed., v.1. São Paulo: IAL, 1985. 533p.

IMBANCHÍ-NARVÁEZ, P. C. et al. **Evaluación del valor nutricional de recetas típicas elaboradas con maíz común y biofortificado en el Departamento del Cauca, Colombia**.



Salud Pública México, v. 52, n. 4, p.305-314, jul.-ago. 2010. Disponível em: <http://www.scielosp.org/pdf/spm/v52n4/v52n4a06.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2011.

LIMA BC, Dudek, G, Chaves, MHM, Martins AG, Mission VC, Mission RF. **Diversidade genética em acessos de milho crioulo**. Brazilian Journal of Development. 2020; 6(10): 82712-82726. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n10-631>

KENNEDY, B. A.; CHORLEY, R.J. **Physical geography: a systems approach**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1971.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIMFILHO, A.; CA-MARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2. 663 p.

MUNDSTOCK, C. M.; BREDEMEIER, C. Qualidade de grãos de milho. Porto Alegre: UFRGS / Faculdade de Agronomia, 2006. 111 p.

OLIVEIRA, E.; OLIVEIRA, C.M. (Ed.). Doença em milho: mollicutes, vírus, vetores e mancha por *Phaeosphaeria*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica 2004p. 133-146

PINTO, A. T. B. et al. **Characterization of corn landraces planted grown in the Campos Gerais Region (Paraná, Brazil) for industrial utilization**. Braz. Arch. Biol. Technol., v. 52, n. special, p.17-28, Nov. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/babt/v52nspe/a03v52nspe.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2011.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A guide to carotenoid analysis in foods. Washington, DC: International Life Sciences Institute, 2001. p.64. Disponível em: <http://www.cavallaro.zucche.altervista.org/pdf/carotenoid.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2011.

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

GALERIANI, T. M.; COSMO, B. M. N. Métodos de determinação de extrato etéreo, proteína bruta e fibra em detergente neutro. **Revista Agronomia Brasileira**, v.4, p.1-9, 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad.: Eliane R. Santarém et al., 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

USDA. **Brazil's momentum as a global agricultural supplier faces headwinds 2022**