



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO *DEL-REI*
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA
CAMPUS SETE LAGOAS

GABRIEL VITOR BUITRAGO DE FIGUEIREDO

**TOLERÂNCIA DE HÍBRIDOS DE MILHO AO COMPLEXO DE
ENFEZAMENTOS: UMA ABORDAGEM SOBRE SANIDADE E
PRODUÇÃO**

Sete Lagoas, MG

2026

GABRIEL VITOR BUITRAGO DE FIGUEIREDO

**TOLERÂNCIA DE HÍBRIDOS DE MILHO AO COMPLEXO DE
ENFEZAMENTOS: UMA ABORDAGEM SOBRE SANIDADE E
PRODUÇÃO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Manoel Teixeira Vitor

Coorientador: Dra. Dagma Dionísia da Silva Araújo

Sete Lagoas, MG

2026

GABRIEL VITOR BUITRAGO DE FIGUEIREDO

**TOLERÂNCIA DE HÍBRIDOS DE MILHO AO COMPLEXO DE
ENFEZAMENTOS: UMA ABORDAGEM SOBRE SANIDADE E
PRODUÇÃO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Sete Lagoas, 10 julho de 2026.

Banca avaliadora:

Prof. Dr. Claudio Manoel Teixeira Vitor — UFSJ

Dra. Dagma Dionísia da Silva Araújo — Embrapa Milho e Sorgo

Dr. Valter Cruz-Magalhães — Embrapa Milho e Sorgo

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente à minha orientadora, Dra. Dagma Dionísia da Silva Araújo, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, por toda a dedicação, paciência e por me guiar com excelência científica e humana durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo, Luciano Viana Cota e Rodrigo Veras da Costa, pelas contribuições na condução do projeto. Expresso também minha gratidão ao Dr. Valter Cruz-Magalhães pelo suporte técnico, colaboração essencial nas análises, sugestões e por todo o apoio à realização deste trabalho. Agradeço aos bolsistas Felipe Almeida Silva, Laura Cristiny Souza Maia e Carlos Pereira pelo auxílio na execução do experimento e na coleta de dados.

Aos meus pais, Nivea e Robert, expresso minha mais profunda gratidão por todo o incentivo, amor e pelo apoio incondicional com tudo que precisei durante a faculdade. Vocês são a minha maior base.

À minha namorada, Deborah Amado, meu muito obrigado por estar sempre ao meu lado, por ser minha parceira e por me apoiar em tudo o que eu preciso.

Aos meus amigos Marcus, Júlia, Bianca, Fernando, Lucas, Gabriel e Sávio, agradeço pela verdadeira amizade, pelos momentos compartilhados e por tornarem essa jornada muito mais leve.

Agradeço ao Professor Cláudio, meu orientador pela Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), pelo suporte institucional e acadêmico até a conclusão do curso de Engenharia Agrônômica.

Por fim, agradeço à CropLife Brasil e ao IDR pelo financiamento da proposta, e à FAPEMIG e ao CNPq pelo suporte financeiro por meio das bolsas de iniciação científica.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	09
2.1 A cultura do milho	09
2.2 O Complexo de Enfezamentos e sua Sintomatologia	10
2.3 Manejo Fitossanitário e Resistência Genética	11
2.4 Sanidade de Grãos	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1 Resultados Estatísticos	15
4.2 Incidência de Cigarrinhas (<i>Dalbulus maidis</i>)	16
4.3 Incidência de Raiado Fino	17
4.4 Severidade do Complexo de Enfezamentos	17
4.5 Incidência de Podridão de Colmo	18
4.6 Características das Espigas, Grãos ardidos e Sanidade de Grãos	18
4.7 Produtividade	22
4.8 Classificação de Híbridos por PCA e Índices de Seleção e de Tolerância	23
5 CONCLUSÃO	28
6 REFERÊNCIAS	29
APÊNDICE A	32

RESUMO

O complexo de enfezamentos do milho, transmitido pela cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), constitui um dos principais entraves fitossanitários da cultura na atualidade, afetando severamente a produtividade e a sanidade de grãos, particularmente em cultivos de segunda safra. O presente estudo teve como objetivo avaliar a tolerância de 35 híbridos comerciais de milho ao complexo de enfezamentos e estimar o impacto dessa infecção nos componentes de rendimento e na definição de índices de tolerância em função dos parâmetros de sanidade de grãos. O experimento foi conduzido na área da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, durante a Segunda safra de 2022. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com três repetições. Foram avaliados o número de cigarrinhas no estágio V4 do milho, a incidência de raiado fino, a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para o complexo de enfezamentos, a porcentagem de podridão de colmo, os caracteres das espigas e a produtividade final corrigida a 13% de umidade. Os resultados indicaram diferenças altamente significativas ($p < 0,001$) entre os híbridos para a maioria das variáveis. A análise de componentes principais (PCA) permitiu agrupar os materiais em três perfis claros: Tolerantes (7 híbridos), Intermediários (17 híbridos) e Suscetíveis (11 híbridos). O grupo Tolerante apresentou produtividade média de 148 sc ha⁻¹ associada a uma baixa AACPD (179), enquanto o grupo Suscetível obteve rendimento de apenas 63 sc ha⁻¹ sob alta pressão de doença (AACPD de 323), evidenciando perdas expressivas devido à ocorrência do complexo de enfezamentos. Conclui-se que o uso de índices de seleção e de tolerância baseados em regressões lineares constitui uma ferramenta altamente robusta para a recomendação regional de genótipos comerciais sob alta pressão do complexo de enfezamentos.

Palavras-chave: *Zea mays*. *Dalbulus maidis*. Mollicutes. Grãos ardidos. Genética de milho.

ABSTRACT

The corn stunt disease complex, transmitted by the corn leafhopper (*Dalbulus maidis*), constitutes one of the main phytosanitary challenges for the culture today, severely affecting grain productivity and health, particularly in second-crop cultivation. This study aimed to evaluate the tolerance of 35 commercial maize hybrids to the stunt complex and estimate the impact of this infection on yield components and on the definition of tolerance indexes as a function of grain health parameters. The experiment was conducted at the experimental area of Embrapa Milho e Sorgo, in Sete Lagoas, MG, during the 2022 second-crop season. The experimental design was a randomized complete block with three replications. The number of leafhoppers at the V4 maize stage, the incidence of maize rayado fino virus, the Area Under the Disease Progress Curve (AUDPC) for the stunt complex, the percentage of stalk rot, ear traits, and final corrected grain yield at 13% moisture were evaluated. The results revealed highly significant differences ($p < 0.001$) among hybrids for most variables. Principal component analysis (PCA) allowed the grouping of the materials into three distinct profiles: Tolerant (7 hybrids), Intermediate (17 hybrids), and Susceptible (11 hybrids). The Tolerant group showed an average yield of 148 bags ha^{-1} associated with a low AUDPC (179), whereas the Susceptible group achieved a yield of only 63 bags ha^{-1} under high disease pressure (AUDPC of 323), demonstrating significant losses due to the occurrence of the stunt complex. In conclusion, the use of selection and tolerance indexes based on linear regressions represents a highly robust tool for the regional recommendation of commercial genotypes under high pressure from the corn stunt complex.

Key words: *Zea mays*. *Dalbulus maidis*. Mollicutes. Kernel rot. Corn genetics.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é uma das mais importantes para a agricultura brasileira, sendo o segundo grão mais produzido e exportado pelo país (SOUZA et al., 2018). Sua importância excede a balança comercial, sendo um componente básico para a alimentação humana e, sobretudo, para a nutrição animal (SOUZA et al., 2018). A relevância dessa cultura exige o alcance de altos patamares produtivos. Para a safra 2022/23, a estimativa de produção de milho no país foi de 127.767 toneladas, com uma produtividade média de 5.767 kg/ha, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2023).

Apesar desses números expressivos, o potencial genético dos híbridos muitas vezes não é alcançado no campo. Diversos fatores bióticos atuam como severos limitantes do potencial produtivo, com especial destaque para as doenças que afetam o milho, especialmente nas lavouras de safrinha, causando um impacto abrangente na cadeia de produção (COSTA et al., 2019). Dentre os gargalos fitossanitários que afetam a cultura do milho, as doenças direcionadas às estruturas reprodutivas geram grandes prejuízos qualitativos e quantitativos.

A colonização de grãos e espigas por patógenos fúngicos resulta no apodrecimento dos tecidos, gerando os chamados "grãos ardidos", o que compromete a sanidade, a qualidade e o valor do produto final. A associação fúngica na espiga é geralmente de caráter patogênico, aproveitando-se do enfraquecimento e da predisposição de plantas doentes. Os principais fungos responsáveis por colonizar os grãos incluem espécies como *Stenocarpella maydis*, *Stenocarpella macrospora*, *Fusarium verticillioides*, *Fusarium graminearum* (*Gibberella zeae*), *Fusarium subglutinans*, *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. A agressividade desses patógenos, especialmente os do gênero *Fusarium*, em lotes de grãos de milho é amplamente potencializada pelo enfraquecimento sistêmico da planta sob condições de estresse fisiológico (COSTA et al., 2023).

Nesse cenário de estresse fisiológico, o complexo dos enfezamentos desponta como um dos problemas fitossanitários mais graves para a cultura (COSTA et al., 2019). Este complexo patogênico é constituído por microrganismos distintos: os vírus *Maize rayado fino virus* (MRFV) e *Maize striate mosaic virus* (MSMV) e duas bactérias da classe Mollicutes: o *Spiroplasma kunkelii*, agente causal do enfezamento pálido, e o *Candidatus Phytoplasma asteris*, causador do enfezamento vermelho (NAULT, 1980). A disseminação sistêmica desses patógenos ocorre através de seu inseto vetor, a cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (NAULT, 1980).

Uma vez infectadas, as plantas sofrem distúrbios severos, como multiespigamento, redução da altura, encurtamento de internódios e perdas drásticas na produtividade (COSTA et al., 2023). Além disso, a infecção limita significativamente a absorção e a translocação de água e nutrientes, desencadeando uma exaustão nutricional nos colmos, que passam a fornecer suas reservas para as espigas (COSTA et al., 2019). Esse processo torna os colmos isoporizados e frágeis, favorecendo intensamente a ocorrência da podridão de colmo e o consequente tombamento das plantas (COSTA et al., 2023).

É documentado que os efeitos combinados do enfezamento e das podridões de colmo e raízes afetam seriamente o desenvolvimento da planta e reduzem substancialmente a produtividade (COSTA et al., 2019). No entanto, a associação direta deste complexo patogênico com o aumento da incidência das podridões de grãos é uma possibilidade que ainda carece de investigação aprofundada. A hipótese central deste estudo baseia-se na premissa de que o severo enfraquecimento das plantas infectadas predispõe sistemicamente as espigas à colonização por fungos fitopatogênicos. Contudo, não se tem dados de pesquisa atuais que associem estatisticamente a severidade do complexo dos enfezamentos com a sanidade de grãos de milho.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a reação de híbridos de milho ao Complexo de enfezamentos e estimar seu impacto nos componentes de rendimento e criar índices de tolerância em função dos parâmetros de sanidade de grãos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Cultura do Milho

A cultura do milho (*Zea mays* L.) apresenta um histórico de expressiva expansão no Brasil, consolidando-se como uma das bases estruturais do agronegócio nacional. A adoção de novas tecnologias, o manejo conservacionista dos solos e o melhoramento genético contínuo permitiram elevar consideravelmente o teto produtivo do país ao longo das últimas décadas (ARTUZO et al., 2019). A relevância dessa cultura possui uma dimensão socioeconômica ampla, visto que o cereal atua como componente essencial na formulação de rações para aves, bovinos e suínos, além de ser indispensável para a alimentação humana e para a indústria de biocombustíveis (SOUZA et al., 2018).

Nas safras mais recentes, em especial a partir de 2022/2023, o Brasil alcançou patamares produtivos de destaque. O volume colhido ultrapassou 127 milhões de toneladas, com o país registrando médias de produtividade superiores a 5.700 kg por hectare (CONAB, 2023). Esse

incremento consolidou a liderança mundial do país no mercado de exportação do grão a partir de 2022. Os grandes volumes de milho embarcados para o exterior evidenciam a importância da cultura para a manutenção de uma balança comercial brasileira superavitária (MAPA, 2024).

O elevado volume de produção exige alta eficiência na cadeia de suprimentos. Para que o setor agroindustrial opere com estabilidade, são necessários uma estruturação logística eficiente e um planejamento detalhado. Tais etapas garantem o armazenamento e o escoamento dos grãos, suprimindo a demanda do mercado interno ao mesmo tempo em que se atende às janelas de exportação (MARINS et al., 2024).

Contudo, para que a lavoura sustente toda essa cadeia, é fundamental que a planta consiga expressar o seu potencial genético no campo. O rendimento da cultura frequentemente esbarra em desafios fitossanitários que limitam a produtividade (SOUZA et al., 2018). As doenças foliares e sistêmicas representam ameaças recorrentes e, quando o manejo é inadequado, resultam em perdas significativas na formação e no enchimento das espigas, demonstrando que a sanidade vegetal é um pilar insubstituível na rentabilidade da cultura (SOUZA et al., 2023).

2.2 O Complexo de Enfezamentos e sua Sintomatologia

O complexo de enfezamentos constitui um patossistema que envolve a interação obrigatória entre o inseto vetor, os patógenos e a planta hospedeira. Essa dinâmica de infecção sistêmica tornou a doença um importante modelo de estudo sobre o comportamento de patógenos veiculados por insetos em áreas agrícolas (JONES; MEDINA, 2020). A inoculação dos microrganismos no floema da planta ocorre durante a alimentação da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis*, uma praga com alta capacidade de adaptação e danos à cultura (NAULT, 1980).

A doença manifesta-se de diferentes formas, englobando patógenos distintos que geram sintomas específicos, frequentemente sobrepostos na mesma planta. O enfezamento pálido, ocasionado pela bactéria *Spiroplasma kunkelii*, inicia-se com estrias cloróticas que partem da base para o ápice foliar. Com a evolução do quadro infeccioso, a planta desenvolve um raquitismo generalizado, resultando em espigas malformadas ou com falhas severas na granação (OLIVEIRA, 2025).

Simultaneamente, o enfezamento vermelho é provocado pelo *Candidatus Phytoplasma asteris*. O sintoma característico dessa infecção é a coloração avermelhada ou arroxeada nas margens das folhas mais velhas. O desequilíbrio hormonal gerado pelo fitoplasma induz a

planta ao multiespigamento, prejudica o desenvolvimento do sistema radicular e causa o encurtamento dos internódios (OLIVEIRA, 2025).

Além dos mollicutes, a *Dalbulus maidis* é responsável pela transmissão de viroses, como o vírus do raiado fino (Maize rayado fino virus - MRFV) e o vírus do mosaico (Maize striate mosaic virus - MSMV). As plantas infectadas exibem pequenos pontos cloróticos e estrias translúcidas ao longo das nervuras foliares, o que reduz substancialmente a área fotossintética ativa da cultura (NAULT, 1980; OLIVEIRA, 2025).

Independentemente do patógeno predominante, os danos fisiológicos são críticos. A infecção compromete a translocação de água, nutrientes e fotoassimilados nos vasos liberianos. Consequentemente, o colmo sofre uma exaustão nutricional para manter o enchimento da espiga, tornando-se esponjoso, isoporizado e altamente suscetível ao tombamento mecânico na lavoura (COSTA et al., 2019; DA COSTA et al., 2023).

2.3 Manejo Fitossanitário e Resistência Genética

A mitigação dos danos causados pelo complexo de enfezamentos esbarra na dinâmica populacional do inseto vetor. A *Dalbulus maidis* apresenta grande mobilidade e capacidade de migração entre lavouras em diferentes estádios fenológicos. Em função dessa rápida dispersão e reinfestação, o controle químico isolado tem se mostrado pouco efetivo. Aplicações excessivas de inseticidas elevam os custos de produção e, muitas vezes, não impedem a transmissão dos patógenos (SANTOS et al., 2026).

Diante da limitação do controle químico exclusivo, ferramentas biológicas estão sendo incorporadas ao Manejo Integrado de Pragas (MIP). A utilização de fungos entomopatogênicos aplicados em condições de campo demonstra resultados viáveis para infectar e suprimir as populações de cigarrinhas. Essa alternativa biológica contribui para a redução populacional do vetor a médio prazo, agregando sustentabilidade ao sistema produtivo (MAIA et al., 2025).

Apesar da evolução nos métodos de controle, a literatura agrônômica indica que o sucesso das safras de segunda época depende substancialmente da base genética utilizada. O posicionamento de híbridos de milho com resistência ou tolerância genética estabelece-se como o método mais seguro e prático para prevenir os severos declínios de produtividade ocasionados pela doença (HOELSCHER et al., 2020).

A recomendação técnica desses materiais exige um esforço contínuo da pesquisa. A condução de testes de Valor de Cultivo e Uso (VCU) e a avaliação a campo de híbridos experimentais sob alta pressão natural de cigarrinhas são passos obrigatórios para validar o

comportamento fitossanitário da genética antes de sua disponibilização comercial (SILVA et al., 2003; MAIA, LCS et al., 2025).

Ao adotar sementes tolerantes, o produtor assegura que a planta apresente capacidade fisiológica para conviver com a infecção ou restringir a replicação dos patógenos. Híbridos com resistência aos enfezamentos preservam a integridade dos colmos e a sua capacidade fotossintética, assegurando boas taxas de enchimento de grãos e mantendo a produtividade elevada mesmo em cenários climáticos favoráveis à praga (PIRES et al., 2025).

2.4 Sanidade de Grãos

A sanidade das estruturas reprodutivas constitui o critério técnico que consolida o sucesso agrônomo e determina a viabilidade financeira da lavoura. A incidência de doenças fúngicas direcionadas às espigas é uma das causas centrais para a redução do rendimento no campo, gerando perdas de peso na colheita e depreciação comercial do produto final (SOUSA; BONAFIN; LIMA, 2023).

A colonização do endosperma por fungos patogênicos resulta na anomalia classificada comercialmente como "grãos ardidos". Esse apodrecimento compromete a estrutura física do grão, afeta o seu valor nutricional para a formulação de rações e carrega o risco de contaminação por micotoxinas. Lotes que apresentam altas porcentagens de grãos ardidos sofrem descontos rigorosos nos silos de recebimento, comprometendo diretamente a margem líquida do produtor (NETO; BOSCAINI, 2019).

Plantas previamente submetidas a estresses abióticos ou debilitadas por infecções sistêmicas possuem uma predisposição fisiológica muito maior à invasão secundária por esses fungos deterioradores (DA COSTA et al., 2023). Essa dinâmica de infecção em cadeia é evidente em materiais atacados por molicutes. A exaustão energética provocada pelos enfezamentos propicia um ambiente altamente suscetível ao colapso interno da planta, potencializando a ocorrência de podridões de colmo e atingindo diretamente a sanidade das espigas (COSTA et al., 2023). Em síntese, dados de campo comprovam que o avanço severo do complexo de enfezamentos interfere na fisiologia do milho a ponto de acelerar a degradação dos grãos, consolidando os prejuízos qualitativos da cultura na colheita (DE FIGUEIREDO et al., 2025).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Milho e Sorgo, localizada em Sete Lagoas, MG na segunda safra de 2022, o plantio foi realizado no dia 18 de março. Foram avaliados 35 híbridos comerciais de milho em parcelas de quatro linhas de cinco metros de comprimento e espaçamento de 0,5 metros entre linhas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), contando com três repetições. A transmissão dos patógenos para o milho ocorreu de maneira natural, via alimentação da população da cigarrinha *Dalbulus maidis*, presente na área experimental.

Foi realizada contagem do número de cigarrinhas no estágio V4 (quatro folhas expandidas). A contagem visual foi realizada nos cartuchos de cinco plantas das duas linhas úteis, totalizando dez plantas/parcela, sendo utilizada a média de cigarrinhas por parcela para a análise dos dados.

Aos quarenta e nove dias após a semeadura (DAS), determinou-se a incidência do raio fino. A avaliação foi efetuada nas duas linhas úteis centrais, quantificando-se o número de plantas com sintomas visuais da virose (pequenos pontos cloróticos dispostos ao longo das nervuras). A incidência percentual foi obtida pela seguinte equação matemática: Incidência (%) = (número de plantas com sintomas / total geral de plantas na parcela útil) * 100.

A severidade do complexo dos enfezamentos foi avaliada periodicamente a partir da observação dos primeiros sintomas (avermelhamento ou amarelecimento foliar). Utilizou-se a escala diagramática de notas proposta por Silva et al. (2003), que varia de 1 a 6, onde: 1 indica ausência total de sintomas; 2 indica plantas com menos de 25% da área foliar sintomática; 3 representa 25% a 50% de folhas afetadas; 4 indica 50% a 75% de sintomas; 5 representa mais de 75% da folhagem comprometida; e 6 culmina na morte precoce da planta decorrente do complexo. Os dados de severidade foram utilizados para o cálculo da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), conforme a fórmula:

$$AACPD = \sum [((Y_i + Y_{i+1}) / 2) * (t_{i+1} - t_i)]$$

Em que:

'n' equivale ao número total de avaliações,

'Y_i' e 'Y_{i+1}' representam a intensidade da doença nas avaliações nos tempos 't_i' e 't_{i+1}' (expressos em dia).

A quantificação da podridão/tombamento de colmos foi realizada aos 147 DAS, aplicando a mesma metodologia matemática de determinação percentual. Consideraram-se colmos apodrecidos e doentes aqueles que não suportaram a pressão dos dedos do avaliador.

A colheita de todas as espigas das duas linhas centrais foi realizada aos 178 DAS. Foram retiradas dez espigas representativas de cada parcela útil para mensurações de: comprimento de espiga (cm), diâmetro de espiga (cm) e número de fileiras e número de grãos por fileira. O número médio de grãos por espiga foi estimado pelo produto do número de fileiras pelo número de grãos por fileira. Posteriormente, os grãos de todas as espigas colhidas nas parcelas foram utilizados para pesagem e cálculo da produtividade.

A umidade dos grãos foi aferida e a produtividade total foi calculada e corrigida para a umidade padrão de 13%. O rendimento final foi corrigido em função do estande de plantas por parcela, visando estimar uma população idealizada de 65 mil plantas por hectare. Em seguida, 500g de amostras foram enviadas ao Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Milho e Sorgo, onde foram determinados: o peso total da amostra, o peso de 1000 grãos, a quantificação dos grãos ardidos e a avaliação da sanidade.

O teste de sanidade de grãos (blotter test) foi realizado utilizando-se 100 grãos assintomáticos (sadios) e até 100 grãos ardidos por parcela. Estes foram submetidos a uma desinfestação superficial por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 2% durante 5 minutos, sendo em seguida lavados em água destilada. Os grãos foram dispostos em caixas plásticas tipo gerbox previamente esterilizadas com álcool 70%, contendo duas folhas de papel de filtro Germitest esterilizadas e umedecidas com uma fina camada (3 a 5 mm) de meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA). As caixas foram incubadas por 24 horas em temperatura ambiente (25 °C) para desencadear o início do processo de germinação dos grãos e, logo em seguida, transferidas para freezer (-20 °C) por 24 horas adicionais para inviabilizar o embrião da planta, impedindo o crescimento da plântula. Concluída essa etapa, os gerbox retornaram para uma câmara de crescimento climatizada sob temperatura controlada de 25 ± 2 °C e regime fotoperiódico de 12 horas de luz, permanecendo por 10 dias. A incidência e identificação das colônias fúngicas nos grãos ardidos e sadios foram feitas separadamente com auxílio de estereomicroscópio binocular e microscópio óptico convencional.

Os dados foram tabulados e organizados em planilha eletrônica. Todas as análises e gráficos foram realizados no programa R, v.4.3.2 (R Core Team, 2023). O experimento seguiu o delineamento em blocos casualizados (DBC), com o modelo $y = \mu + \text{híbrido} + \text{bloco} + \text{erro}$. Procedeu-se à análise de variância (ANOVA) para todas as variáveis avaliadas. Quando o teste F indicou efeito significativo de híbridos, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott

a 5% de probabilidade, utilizando o pacote ExpDes.pt. A relação entre severidade de doença e produtividade foi avaliada por regressão linear simples entre a produtividade (sc ha⁻¹) e a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). A análise de componentes principais (PCA) foi realizada sobre a matriz de médias por híbrido, com variáveis padronizadas, utilizando o pacote FactoMineR. O agrupamento dos híbridos foi feito pelo método hierárquico de Ward (distância euclidiana), com o número de grupos definido pelo critério da silhueta média. Os grupos foram sobrepostos ao espaço da PCA com elipses de confiança a 95%.

Dois índices foram formulados para classificar os materiais genéticos: Índice de seleção. Combina produtividade e sanidade em uma pontuação única. Para cada híbrido, calculou-se a média de cada variável, que foi então padronizada em escore z. O índice corresponde à soma ponderada dos escores: produtividade (sc ha⁻¹ corrigida) com peso +1, e as variáveis de doença - AACPD, incidência de raio fino (%), podridão de colmo (%) e grãos ardidos (%) - cada uma com peso -1. Valores positivos indicam materiais com desempenho global acima da média do ensaio.

Índice de tolerância. Estima a capacidade do híbrido de manter produtividade sob pressão de doença. A partir das médias por híbrido, ajustou-se uma regressão linear simples de produtividade em função da AACPD. O resíduo dessa regressão representa o desvio entre a produtividade observada e a esperada para o nível de doença de cada material. Híbridos com resíduo positivo produziram acima do esperado e foram classificados como tolerantes; híbridos com resíduo negativo produziram abaixo do esperado e foram classificados como sensíveis. Os resíduos foram padronizados em escores z para permitir comparação direta entre materiais. O escore z expressa quantos desvios-padrão o valor de um híbrido se afasta da média geral do ensaio, permitindo comparar variáveis medidas em escalas diferentes, e foi calculado com a fórmula:

$$z = (x_i - \bar{x}) / s$$

onde x_i é o valor observado do híbrido, $\bar{x}$ é a média geral de todos os híbridos e s é o desvio-padrão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados Estatísticos

A análise de variância (ANOVA) evidenciou variabilidade genética entre os 35 híbridos de milho quanto a reação aos Complexo de enfezamentos, sanidade de colmos e de grãos e a produtividade (Tabela 1). Foram constatadas diferenças altamente significativas ($p < 0,001$)

para as variáveis: AACPD, porcentagem de podridão de colmo. Da mesma forma, os componentes de rendimento (comprimento e diâmetro de espiga, número de fileiras por espiga, quantidade de grãos por espiga, peso de espiga e a produtividade final) apresentaram comportamento significativamente distinto entre os materiais ($p < 0,001$), reforçando o impacto do complexo de patógenos sobre o potencial produtivo da cultura (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância (ANOVA) para as médias de cigarrinhas no estágio V4, incidência de raiado fino (%), Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), Podridão de colmo (%), e componentes de rendimento de 35 híbridos de milho. Sete Lagoas, 2026.

Variável	Média	F (híbrido)	p	CV (%)
Cigarrinha em V4	2,28	1,39	0,126 (n.s.)	32,5
Raiado fino (%)	11,53	2,71	0,0002	60,9
AACPD	250,6	13,52	<0,001	12,9
Podridão de colmo (%)	34,60	10,13	<0,001	40,3
Comprimento de espiga (cm)	15,13	13,01	<0,001	4,0
Diâmetro de espiga (cm)	4,34	10,73	<0,001	4,0
Número de fileiras	16,53	8,88	<0,001	3,7
Grãos por espiga	489,4	6,47	<0,001	7,4
Peso por espiga (g)	123,98	10,13	<0,001	14,2
Peso de 1000 grãos (g)	157,6	0,74	0,830 (n.s.)	45,3
Produtividade (kg/ha)	5975,9	10,14	<0,001	18,7
Produtividade (sc/ha)	99,60	10,14	<0,001	18,7

n.s. = efeito não significativo. Fonte: Embrapa Milho e Sorgo (2026).

4.2 Incidência de Cigarrinhas (*Dalbulus maidis*)

O número de cigarrinhas amostradas no estágio v4 e o peso médio de 1000 grãos não exibiram efeitos estatisticamente significativos ($p = 0,126$ e $p = 0,830$, respectivamente). A ausência de significância para a densidade populacional de *Dalbulus maidis* em v4 indica que a população inicial do vetor ocorreu de forma homogênea na área experimental, garantindo que as variações subsequentes observadas nos sintomas e nos danos produtivos decorreram do nível de tolerância ou suscetibilidade genética de cada híbrido comercial, e não de escapes provocados por uma distribuição irregular do inseto-vetor. A cigarrinha do milho é um inseto com comportamento migrador intenso, inclusive a longas distâncias (Heady & Nault, 1985; Taylor et al., 1993; Oliveira et al., 2002). O inseto tem preferência em se alimentar em plantas nos estágios iniciais de desenvolvimento do milho e quanto maior a população infectiva e a suscetibilidade dos híbridos mais severos serão os sintomas e as perdas na produção e na

qualidade de grãos (Tofanelli e Bedendo, 2002; Oliveira *et al.*, 1998; Folegatti *et al.*, 1997; Massola *et al.*, 1999a; Massola *et al.*, 1999b).

4.3 Incidência de Raiado Fino

A incidência média do vírus do raiado fino foi de 11,53%, exibindo uma variação acentuada entre os materiais avaliados. Os híbridos DKB265, AS1820 PRO3 e AS1822 PRO3 destacaram-se pela ausência de sintomas (0,00% de incidência). O híbrido CRV2738VIP3 demonstrou a maior incidência, com 24,55% de infecção. Os híbridos foram separados em dois grupos estatísticos distintos: o primeiro composto por materiais de baixa incidência (abaixo de 10%) e o segundo abrangendo materiais com índices superiores a este valor (Figura 1). Variação na resistência de entre híbridos tem sido observada para o MRFV (Canale *et al.*, 2023).

4.4 Severidade do Complexo de Enfezamentos

A severidade do complexo de enfezamentos, mensurada através da AACPD, registrou média geral de 250,58. O híbrido 20A12VIP3 apresentou o menor valor de AACPD (142,17), enquanto o híbrido FS450PWU, atingiu o valor mais alto (388,50) (Figura 1). A variabilidade na reação ao complexo de enfezamentos tem sido documentada em diversos trabalhos (Silva *et al.*, 2002; Silveira *et al.*, 2006; Costa *et al.*, 2019; Oliveira *et al.*, 2022).

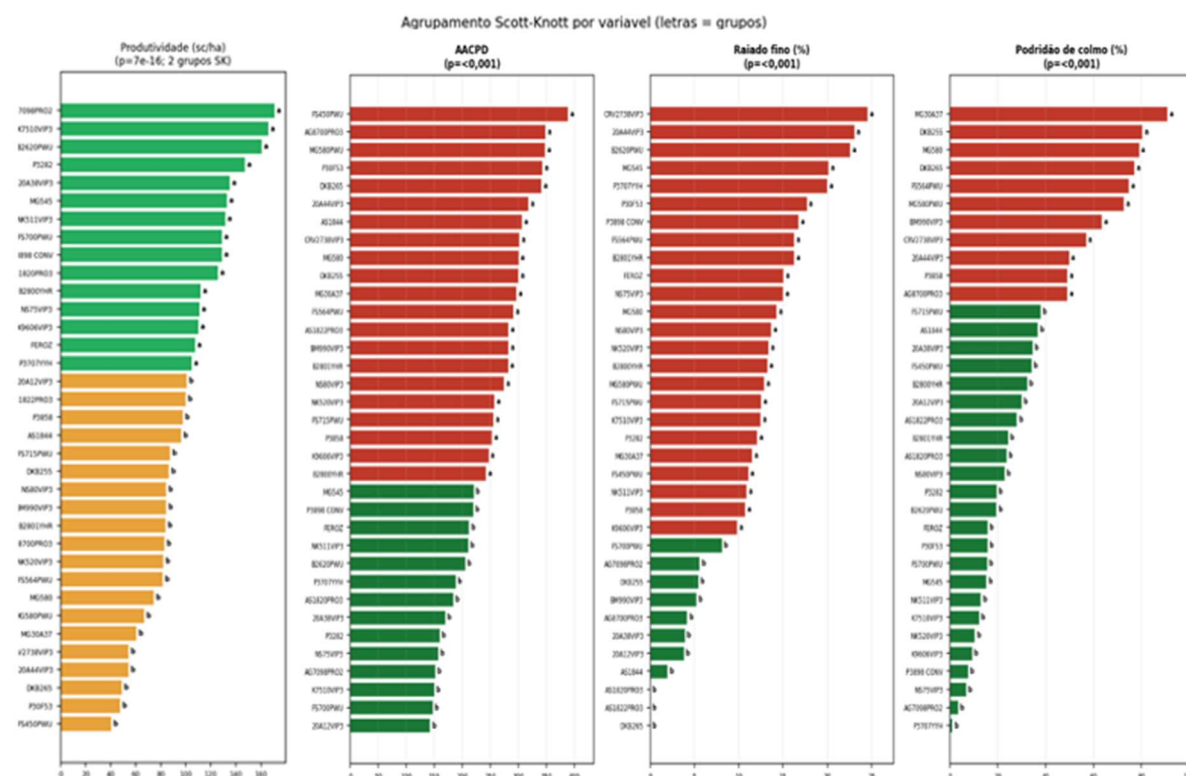


Figura 1. Desempenho médio dos 35 híbridos de milho avaliados para (A) produtividade corrigida (sc ha⁻¹), (B) área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), (C) incidência de raiado fino (%) e (D) percentagem de grãos ardidos (%). Híbridos com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$). Fonte: Embrapa Milho e Sorgo (2026).

4.5 Incidência de Podridão de Colmos

A incidência de podridão de colmo apresentou alta variação na incidência entre os híbridos, com média de 34,60% e valores entre 0,95% (híbrido P3707YYH) e 90,91% para MG30A37 PWU (Figura 1). Constatou-se nítida correlação entre o Complexo de enfezamentos e a podridão de colmos: Híbridos que exibiram os maiores valores de AACPD apresentaram maiores taxas de podridão devido à isoporização dos tecidos do colmo, induzida pelo desvio de fotoassimilados para enchimento das espigas.

4.6 Características das Espigas, Grãos Ardidos e Sanidade de Grãos

O *Fusarium* spp. foi o gênero predominante nos grãos assintomáticos, com incidência média geral de 90,96% e amplitude variando de 67,67% (AS1844) a 100,00% (MG580). Dos 35 híbridos avaliados, 23 apresentaram incidência igual ou superior a 90%, e 14 superaram 95%, mostrando a ampla colonização dos grãos por esse patógeno independentemente do genótipo. Apenas cinco híbridos registraram incidência inferior a 80% (BM990VIP3,

NK511VIP3, DKB255, AG7098PRO2 e AS1844). Destes, apenas AG7098PRO2 e NK511VIP3 são os únicos no grupo com as menores médias de AACPD e de grãos ardidos. Apesar da variação numérica observada, a análise de variância não detectou diferença significativa entre os híbridos ($F = 1,16$; $p = 0,30$), indicando que o genótipo não exerceu influência sobre a incidência de *Fusarium* spp. nos grãos assintomáticos nas condições experimentais avaliadas. Esse resultado reforça o caráter ubíquo do gênero *Fusarium* como colonizador de grãos de milho, mesmo na ausência de sintomas visíveis. Esses resultados estão em total conformidade com a literatura nacional, sobre o alto impacto e a prevalência desse fungo fitopatogênico nas lavouras do país (SOUSA et al., 2023).

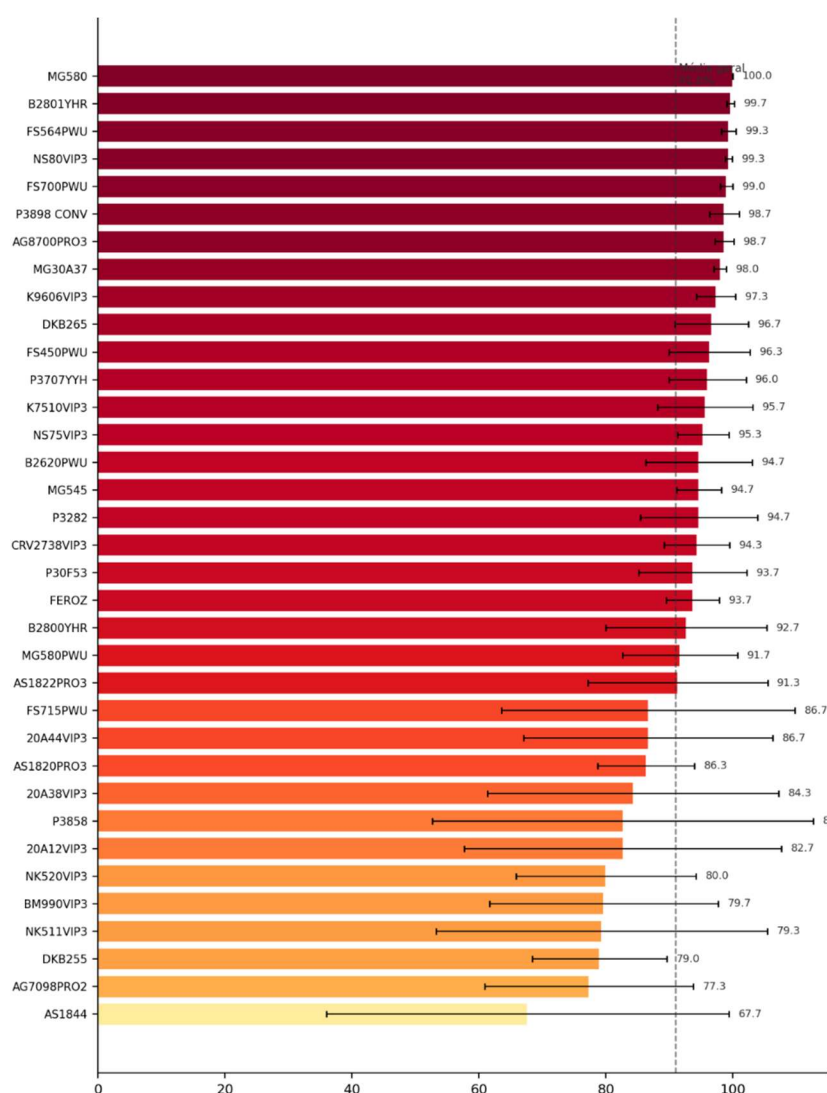


Figura 2. Incidência média (%) de *Fusarium* spp. em grãos assintomáticos de 35 híbridos de milho. As barras representam a média aritmética e as linhas de erro indicam o desvio padrão. A linha tracejada vertical corresponde à média geral do ensaio (90,96%). A escala de cores reflete a magnitude da incidência, do amarelo (menor) ao vermelho escuro (maior).

O *Penicillium* foi detectado em 13 dos 35 híbridos avaliados (37,1%), com incidência média geral de 0,50%. Entre os híbridos positivos, a incidência média foi de 1,36%. O híbrido P3282 apresentou o maior valor (9,00%), destacando-se dos demais, cujas incidências variaram entre 0,33% e 2,00%. A maioria dos híbridos (22 de 35) não apresentou detecção de *Penicillium* nos grãos.

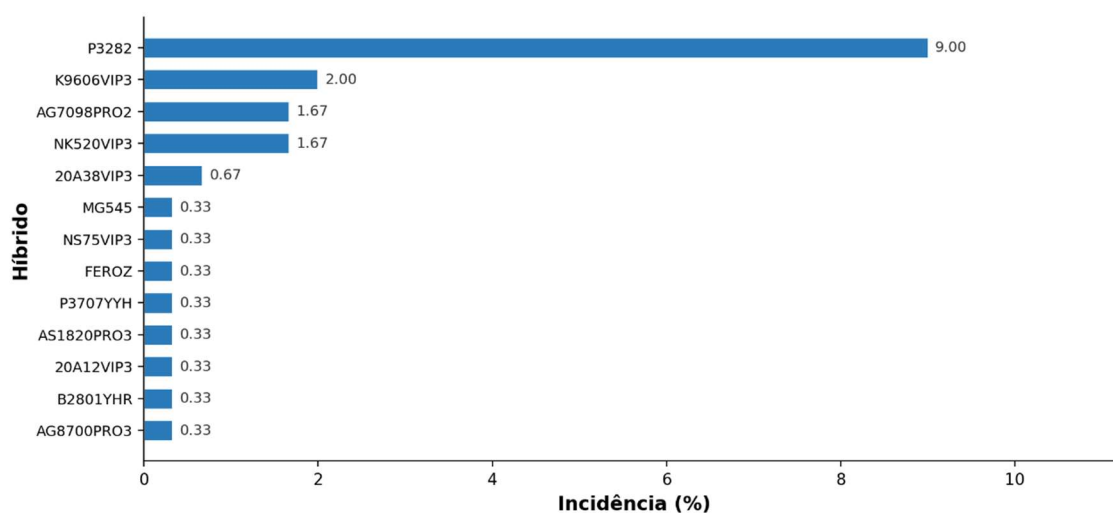


Figura 3. Incidência de *Penicillium* (%) nos grãos de híbridos de milho. Estão representados apenas os híbridos com incidência superior a zero. Os valores percentuais são apresentados ao lado de cada barra.

O *Aspergillus* foi o segundo fungo com maior distribuição entre os híbridos, sendo detectado em 25 dos 35 avaliados (71,4%). A incidência média geral foi de 1,26%, e a média entre os híbridos positivos, de 1,76%. O híbrido B2800YHR apresentou a maior incidência (13,33%), seguido por NS75VIP3 (9,33%) e P3707YYH (5,00%). Os demais híbridos positivos apresentaram valores iguais ou inferiores a 3,00%. Apenas dez híbridos não apresentaram detecção desse fungo.

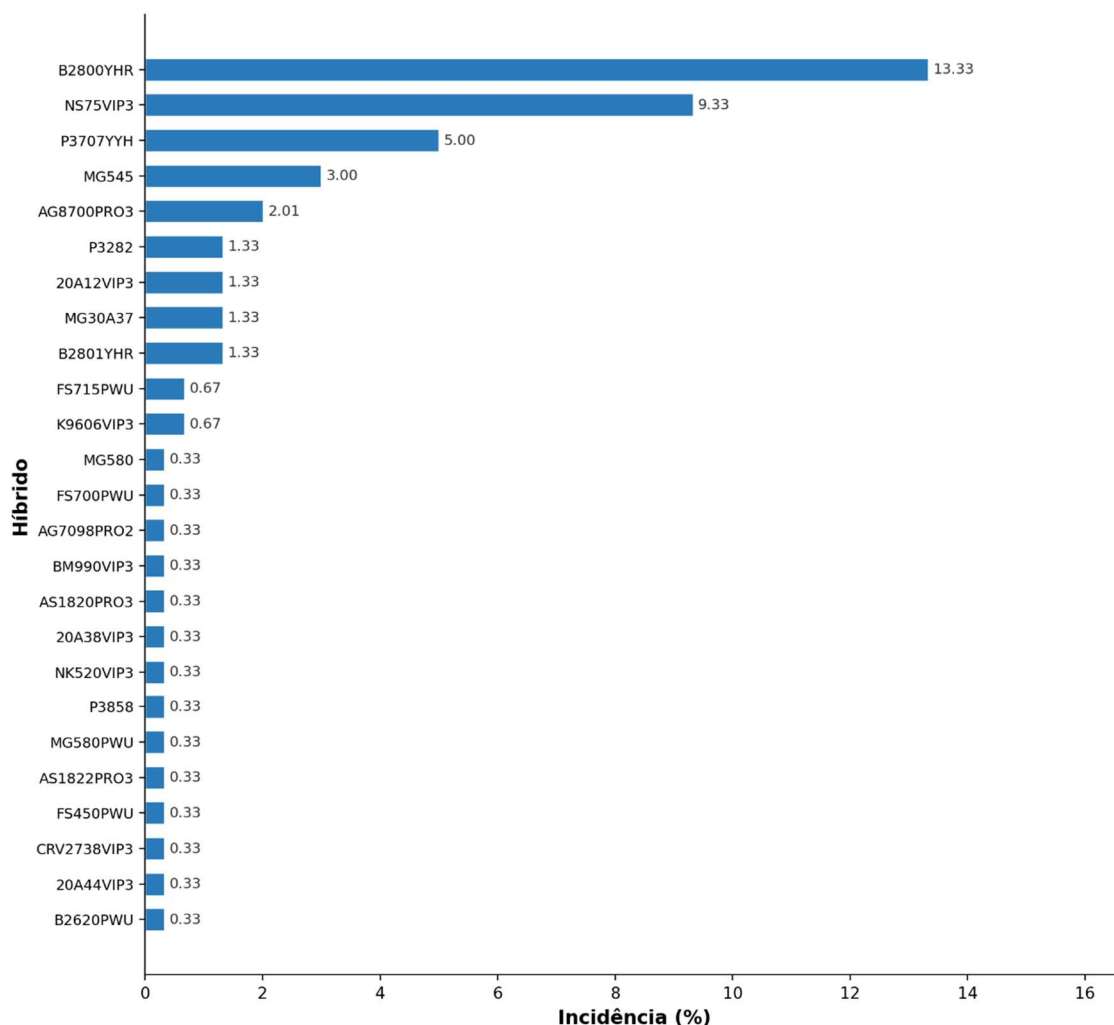


Figura 4. Incidência de *Aspergillus* (%) nos grãos de híbridos de milho. Estão representados apenas os híbridos com incidência superior a zero. Os valores percentuais são apresentados ao lado de cada barra.

O *Bipolaris* foi detectado em 14 dos 35 híbridos avaliados (40,0%), com incidência média geral de 0,44%. Entre os híbridos positivos, a média foi de 1,10%. O híbrido AS1820PRO3 apresentou a maior incidência (3,67%), seguido por 20A38VIP3 (2,37%) e CRV2738VIP3 (1,67%). Os demais híbridos positivos apresentaram incidência igual ou inferior a 1,33%. Vinte e um híbridos não apresentaram detecção desse fungo nos grãos.

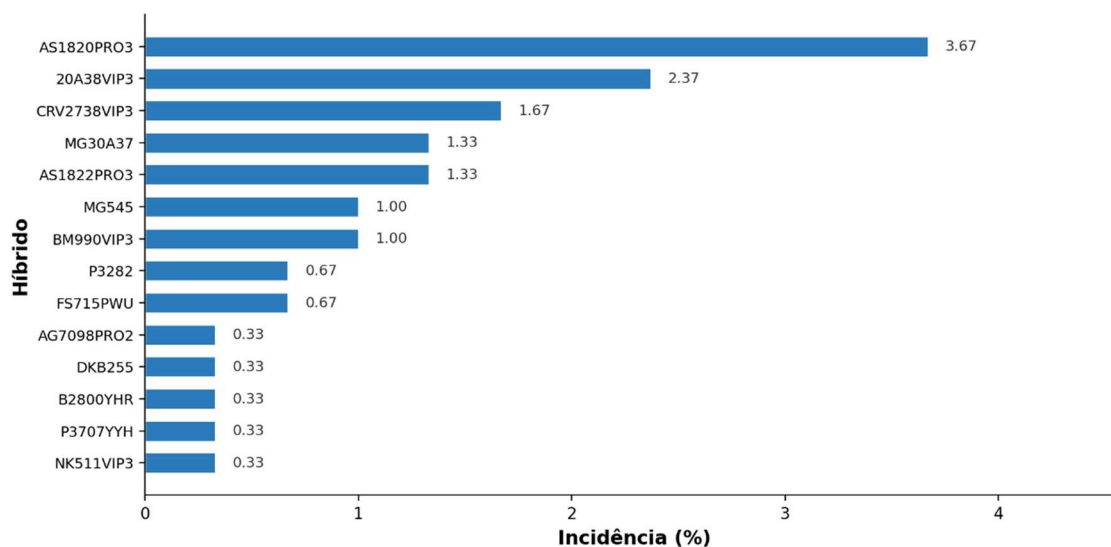


Figura 5. Incidência de *Bipolaris* (%) nos grãos de híbridos de milho. Estão representados apenas os híbridos com incidência superior a zero. Os valores percentuais são apresentados ao lado de cada barra.

Os resultados de sanidade de grãos estão de acordo com os obtidos em diversos trabalhos que avaliaram híbridos de milho, nestes *Fusarium* spp., foi o fungo com maior prevalência nos grãos de milho no Brasil (Lanza et al., 2014). Além disso, os demais patógenos secundários embora tenham apresentado incidências médias gerais baixas (1,26% para *Aspergillus*, 0,50% para *Penicillium* e 0,44% para *Bipolaris*), a presença deles nos lotes colhidos é um fator de alerta crítico. Fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* são os principais responsáveis pela produção de micotoxinas que contaminam as rações, gerando um risco severo para a nutrição animal e agravando os descontos financeiros no momento da classificação e venda dos grãos nos silos (NETO; BOSCAINI, 2019).

Dessa forma, a avaliação sanitária confirma que a vulnerabilidade gerada pelo complexo de enfezamentos não se limita ao colmo. A exaustão energética da planta doente abre portas para um complexo fúngico diversificado, consolidando a perda de qualidade e o aumento de grãos ardidos, o que exige a adoção de híbridos tolerantes como a base do manejo preventivo (COSTA et al., 2023; DE FIGUEIREDO et al., 2025).

4.7 Produtividade

Constatou-se alta correlação entre o complexo de enfezamentos e a podridão de colmos: Híbridos que exibiram os maiores valores de AACPD apresentaram maiores taxas de podridão devido à isoporização tecidual induzida pelo desvio de fotoassimilados para enchimento das espigas bem como infecção por fungos. Essa exaustão nutricional do colmo, provocada pelo

estresse fisiológico da doença sistêmica, é o principal fator que enfraquece os tecidos e intensifica o tombamento das plantas na lavoura (COSTA et al., 2019; COSTA et al., 2023). As regressões demonstraram a redução na produtividade, aumento na incidência de podridão de colmos e de grãos ardidos com o aumento do Complexo de enfezamentos (Figura 6). A Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) foi o melhor preditor isolado da produtividade entre os híbridos, com coeficiente de determinação elevado, o que significa que boa parte da variação de produção entre os materiais é explicada pelo nível de doença foliar. Além disso, o aumento quantitativo de grãos ardidos impulsionado pela debilidade das plantas afeta diretamente a sanidade e o valor econômico final do lote, confirmando a depreciação qualitativa severa gerada por essa patologia em áreas comerciais (NETO; BOSCAINI, 2019; SOUSA; BONAFIN; LIMA, 2023; DE FIGUEIREDO et al., 2025).

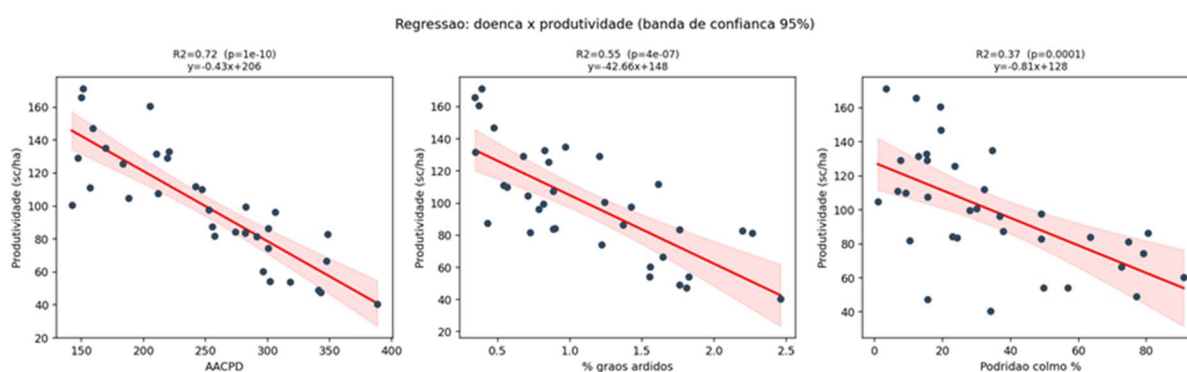


Figura 6. Regressões lineares entre indicadores de doença e produtividade corrigida, com base nas médias por híbrido. Cada ponto é um híbrido. A reta vermelha é o ajuste linear e a faixa sombreada é o intervalo de confiança de 95 por cento. Os valores de coeficiente de determinação e de probabilidade estão indicados em cada painel.

4.8 Classificação de Híbridos por PCA e Índices de Seleção e de Tolerância

A Análise de Componentes Principais (PCA) e os índices desenvolvidos permitiram subdividir os 35 híbridos em três perfis perfeitamente delineados com base na produtividade média e na severidade (Figura 7 e Tabela 2). O grupo classificado como 'Tolerante' reuniu 7 híbridos (AG7098PRO2, K7510VIP3, P3282, MG545, B2620PWU, P3898 CONV e FS700PWU), os quais conseguiram conciliar um potencial produtivo superior aos demais (média de 148 sc ha⁻¹) e maiores níveis de sanidade (AACPD abaixo de 179. O estrato dos híbridos Intermediários compreendeu 17 híbridos com rendimento médio de 103 sc ha⁻¹ e

AACPD de 233. Por fim, o grupo dos Suscetíveis concentrou 11 híbridos (incluindo FS450PWU e MG30A37) com colapso produtivo catastrófico, gerando apenas 63 sc ha⁻¹ sob estresse (AACPD de 323). A identificação desses grupos é fundamental, visto que perdas por fitossanidade afetam a sustentabilidade do agronegócio, reforçando a importância do uso de cultivares tolerantes para a estabilidade e o planejamento tático do suprimento de milho no mercado (SOUZA et al., 2018; MARINS; MORABITO; ROCCO, 2024). Houve diferença de 85 sacas por hectare entre o grupo Tolerante e Suscetível o que evidencia a necessidade da seleção e classificação de genótipos tolerantes como estratégia de manejo regional contra o complexo de enfezamentos.

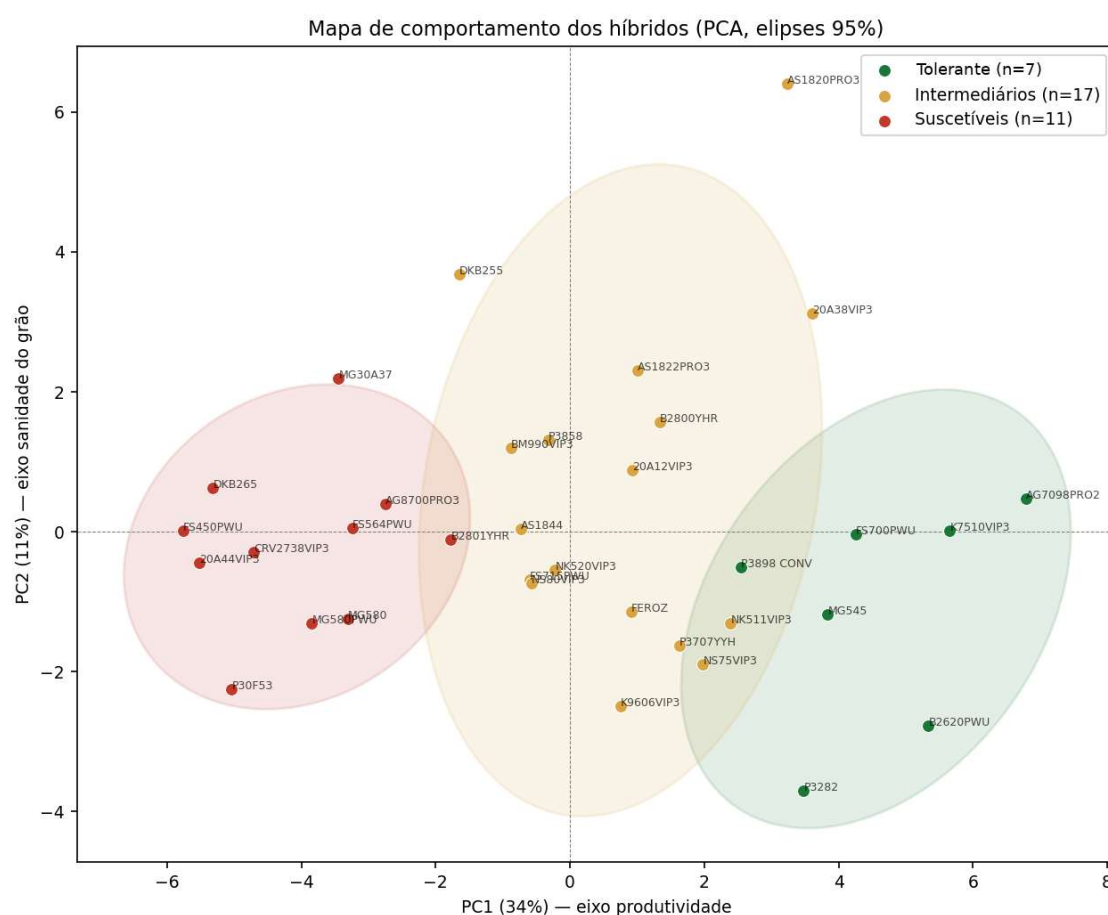


Figura 7. Análise de componentes principais das médias por híbrido, com elipses de confiança de 95 por cento para cada grupo. O eixo horizontal representa a produtividade e o tamanho de espiga, e o eixo vertical a sanidade do grão. Os grupos foram nomeados pela produtividade média: Tolerante, Intermediários e Suscetíveis. A sobreposição parcial das elipses reflete o caráter gradual da variação entre os materiais.

Tabela 2. Caracterização dos três grupos de desempenho agrônômico e fitossanitário de híbridos de milho avaliados sob pressão natural do complexo de enfezamentos. Sete Lagoas, 2026.

Grupo de Híbridos	n (Materiais)	Produtividade Média (sc/ha)	AACPD (Média)
Tolerante	7	148	179
Intermediários	17	103	233
Suscetíveis	11	63	323

Fonte: Embrapa Milho e Sorgo (2026).

Com base nos dados anteriores, foram criados os índices de Seleção, O primeiro, baseado na sanidade e na produtividade observados e o segundo baseado na produtividade.

O índice de seleção somou a produtividade (sinal positivo) e os quatro indicadores de doença (sinal negativo), padronizados. Os híbridos AG7098PRO2 e K7510VIP3 ocuparam as primeiras posições ao combinar produtividade elevada e baixa expressão de doença. No extremo oposto, FS450PWU, 20A44VIP3 e CRV2738VIP3 reuniram baixa produção e alta doença (Figura 8). A utilização desse índice de seleção é fundamental quando o objetivo agrônômico é associar a máxima sanidade da planta e do grão à rentabilidade produtiva frente ao Complexo de enfezamentos, validando a importância da genética no manejo integrado (PIRES et al., 2025; DE FIGUEIREDO et al., 2025).

O índice de tolerância mediu quanto o híbrido produziu acima ou abaixo do que seria esperado para o seu nível de AACPD. Os híbridos B2620PWU, AG7098PRO2 e K7510VIP3 destacaram-se como os mais tolerantes. Esse índice separou a capacidade de produzir apesar da ocorrência da doença e pode ser utilizado para a seleção de híbridos em diferentes regiões (Figura 9).

A aplicação prática da união desses dois parâmetros classifica híbridos de milho em perfis suscetíveis, intermediários e tolerantes. Como o controle da praga-vetor dependente exclusivamente de aplicações químicas apresenta falhas frequentes e alto custo (SANTOS et al., 2026), a escolha de genótipos comprovadamente tolerantes consolida-se como a estratégia mais viável para garantir a estabilidade no campo (HOELSCHER et al., 2020; MAIA et al., 2025). Dessa forma, a adoção de índices de seleção embasados em dados fitossanitários e produtivos torna-se uma peça-chave para o planejamento tático das safras e para a manutenção do fluxo contínuo na cadeia de suprimentos do milho (MARINS; MORABITO; ROCCO, 2024).

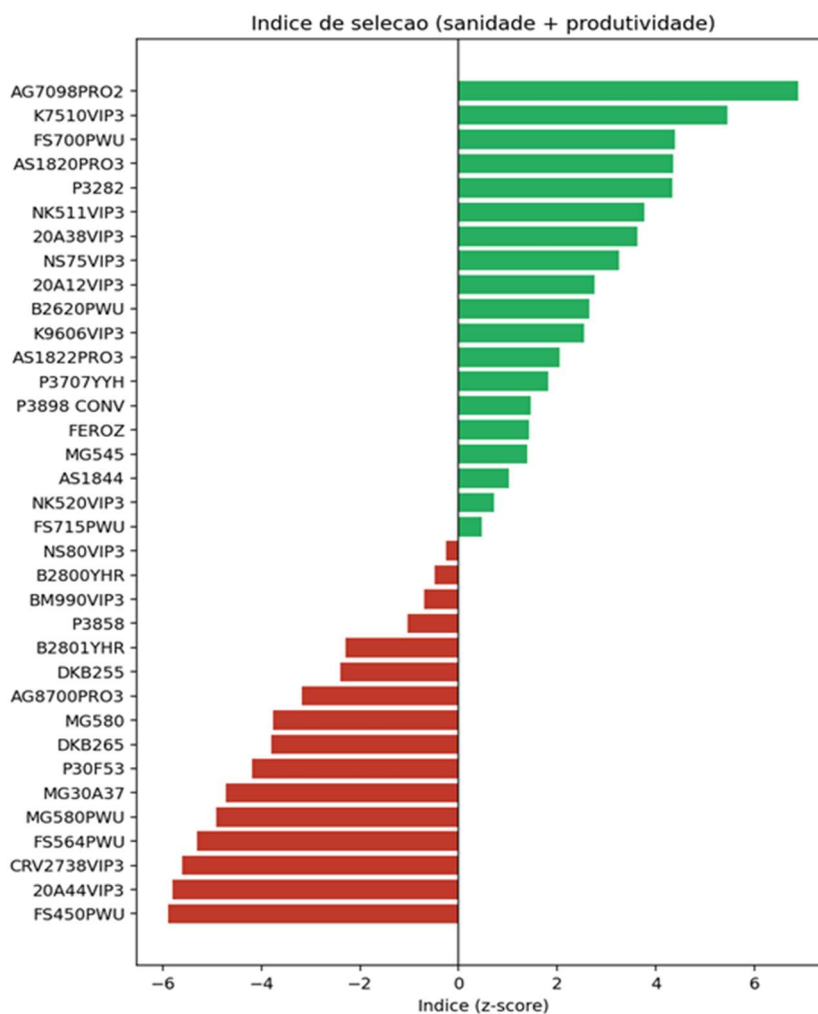


Figura 8. Índice de seleção por híbrido, em valores padronizados. Barras verdes indicam desempenho global acima da média do ensaio e barras vermelhas indicam desempenho abaixo da média. O índice combina, com pesos iguais, a produtividade e os indicadores de raiado fino, AACPD, podridão de colmo e grãos ardidos.

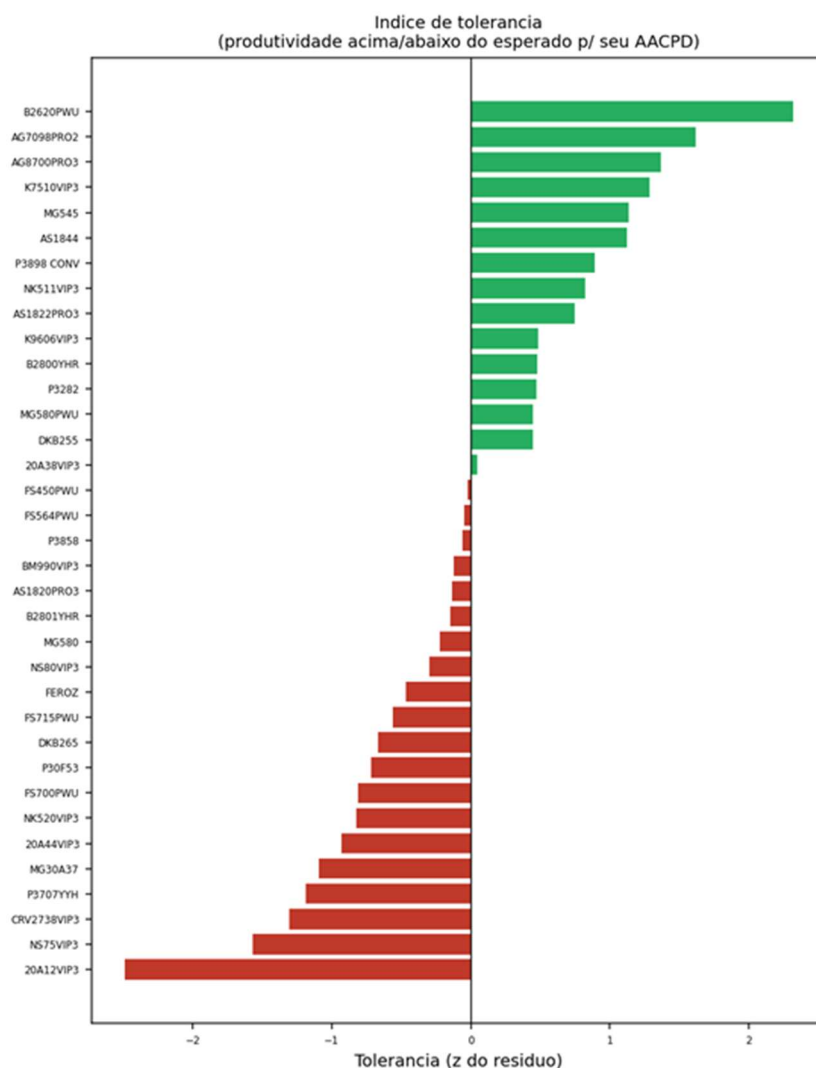


Figura 9. Índice de tolerância por híbrido, definido como o resíduo padronizado da regressão entre produtividade e AACPD. Barras verdes indicam híbridos que produzem mais do que o esperado para o seu nível de doença, e barras vermelhas indicam o oposto. O índice isola a tolerância à doença do potencial produtivo bruto. Fonte: Embrapa Milho e Sorgo (2026).

5. CONCLUSÃO

Existe variabilidade genética e comportamento diferencial marcante entre os híbridos comerciais de milho avaliados quanto à tolerância ao complexo de enfezamentos e podridões de colmo e de grãos associadas.

A Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) consolidou-se como o preditor estatístico mais robusto da quebra de rendimento de grãos, demonstrando associação direta e linear inversa com os componentes de produção.

Os índices de seleção e de tolerância podem ser utilizados como ferramenta para classificação de híbridos de milho em suscetíveis, intermediários e tolerantes ao Complexo de enfezamentos.

6. REFERÊNCIAS

- ARTUZO, F. D. et al. O potencial produtivo brasileiro: uma análise histórica da produção de milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 2, p. 515-540, 2019.
- CANALE, M. C.; NESI, C. N.; CASTILHOS, R. V. Abundância de *Dalbulus maidis* e impacto da doença rayado fino do milho em diferentes genótipos em condições de campo em Santa Catarina, Brasil. **Fitopatologia Tropical**, v. 6, p. 675-684, 2023.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: nono levantamento, junho 2023**. Brasília: CONAB, 2023.
- COSTA, R. V. da; SILVA, D. D. da; COTA, L. V.; CAMPOS, L. J. M.; ALMEIDA, R. E. M. de; BERNARDES, F. P. Incidence of corn stunt disease in off-season corn hybrids in different sowing seasons. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, e00872, 2019.
- COSTA, R. V.; ALMEIDA, R. E. M.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; LIMA, L. S.; SOUSA, C. W. A.; SOUZA, M. R. Corn stunt disease complex increases charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*) under field conditions. **Tropical Plant Pathology**, v. 48, p. 283–292, 2023.
- DE FIGUEIREDO, G. V. B. et al. Efeito do complexo dos enfezamentos na sanidade de grãos de milho. 2025.
- FOLEGATTI, M. E. G.; LOPES, J. R. S.; AMORIM, L.; SILVA, W. J.; SOLFERINO, O. B.; SILVA, H. P.; PEREIRA, O. A. P. Incidência de enfezamento do milho e população do vetor *Dalbulus maidis*, em diferentes localidades e épocas de plantio, na safra 95/96. **Fitopatologia Brasileira**, v. 22, p. 347, 1997.
- HEADY, S. E.; NAULT, L. R. Escape behavior of *Dalbulus* and *Baldulus* leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). **Environmental Entomology**, v. 14, p. 154-158, 1985.
- HOELSCHER, G. L. et al. Híbridos de milho (*Zea mays* L.) e intensidade de danos, a campo, ao complexo de enfezamento. 2020.
- JONES, T.-K. L.; MEDINA, R. F. Corn stunt disease: an ideal insect–microbial–plant pathosystem for comprehensive studies of vector-borne plant diseases of corn. **Plants**, v. 9, n. 6, p. 747, 2020.
- MAIA, L. C. S. et al. Resistência de híbridos experimentais de milho aos enfezamentos em Sete Lagoas, MG. 2025.
- MAIA, P. T. N. et al. Sustainable control of *Dalbulus maidis*: A field study with entomopathogenic fungi. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 173, n. 11, p. 1156-1164, 2025.
- MARINS, L.; MORABITO, R.; ROCCO, C. Modelling and optimizing the tactical planning of the corn supply chain considering domestic and export markets. **Pesquisa Operacional**, v. 44, p. e273457, 2024.

MASSOLA, N. S.; BEDENDO, I. P.; AMORIM, L.; LOPES, J. R. S. Quantificação de danos causados pelo enfezamento vermelho e enfezamento pálido do milho em condições de campo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 24, p. 136-142, 1999a.

MASSOLA, N. S.; BEDENDO, I. P.; AMORIM, L.; LOPES, J. R. S. Effects of the inoculation time on corn with *Spiroplasma kunkelii* on yield components. **Fitopatologia Brasileira**, v. 24, p. 571-573, 1999b.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (MAPA). **Exportações Brasileiras**. Brasília, 2024.

NAULT, L. R. Maize rayado fino virus: relation to leafhopper vectors and to corn stunt spiroplasma. **Phytopathology**, v. 70, n. 7, p. 659-662, 1980.

NETO, J. R. C.; BOSCAINI, R. Grãos ardidos em milho: uma revisão. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 2, p. 105-125, 2019.

OLIVEIRA, C. M.; MOLINA, R. M. S.; ALBRES, R. S.; LOPES, J. R. S. Disseminação de mollicutes do milho a longas distâncias por *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae). **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 91-95, 2002.

OLIVEIRA, C. M. de; FRIZZAS, M. R. Oito décadas de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera, Cicadellidae) no Brasil: o que sabemos e o que precisamos saber. **Neotropical Entomology**, v. 51, n. 1, p. 1-17, 2022.

OLIVEIRA, E.; WAQUIL, J. M.; FERNANDES, F. T.; PAIVA, E.; RESENDE, R. O.; KITAJIMA, E. W. Enfezamento pálido e enfezamento vermelho na cultura do milho no Brasil Central. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, p. 45-47, 1998.

OLIVEIRA, G. C. **Respostas fitopatológicas de doenças em genótipos de milho ao complexo de enfezamento e vírus do raiado fino do milho**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2025.

PIRES, C. H. P. et al. Enfezamento vs. produtividade no milho: híbridos capazes de resistir ao complexo de enfezamento garantem uma melhor produtividade. 2025.

R Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

SANTOS, G. D. et al. Desafios no controle de *Dalbulus maidis* em lavouras de milho: revisão sobre métodos de manejo e impacto na produtividade. 2026.

SILVA, D. D. da; ARAÚJO, D. D. S.; COTA, L. V.; COSTA, R. V. da. **Reação de genótipos de milho ao complexo de enfezamentos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; DE OLIVEIRA, E. Identificação dos níveis e fontes de resistência aos enfezamentos do milho. **International Journal of Maize & Sorghum**, v. 1, n. 03, 2002.

SILVEIRA, F. T.; JUNQUEIRA, B. G.; DA SILVA, P. C.; MORO, J. R. Comportamento de linhagens elites de milho para resistência aos enfezamentos. **International Journal of Maize & Sorghum**, v. 5, n. 03, 2006.

SOUSA, J. A. S.; BONAFIN, M.; LIMA, R. P. Baixo rendimento da produção de milho relacionado a doenças fúngicas. **Facit Business and Technology Journal**, v. 2, n. 42, 2023.

SOUZA, J. A. de; CARDOSO, V. J. M.; SILVA, F. A. Importância socioeconômica e gargalos fitossanitários na produção sustentável de milho no Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 2, p. 145-158, 2018.

TAYLOR, R. A. J.; NAULT, L. R.; STYER, W. E. Experimental analysis of flight activity of three *Dalbulus* leafhoppers (Homoptera: Auchenorrhyncha) in relation to migration. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 86, p. 655-667, 1993.

TOFFANELLI, C. M.; BEDENDO, I. P. Efeito da população infectiva de *Dalbulus maidis* na produção de grãos e no desenvolvimento de sintomas do enfezamento vermelho do milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 82-86, 2002.

APÊNDICE A

Tabela 3. Características de espigas, grãos ardidos e sanidade de grãos ardidos em híbridos de milho. Sete Lagoas, 2026.

Híbrido	Diâmetro Espiga (cm)	Comprimento Espiga (cm)	Nº Grãos/Espiga	Peso por Espiga (g)	% Grãos Ardidos	% Fusarium spp Grãos Ardidos
20A12VIP3	4,42	15,08	497,68	128,33	6,50	97,96
20A38VIP3	4,59	15,89	559,09	169,50	5,02	94,00
20A44VIP3	3,65	12,70	432,50	69,83	5,13	91,67
AG7098PRO 2	4,85	16,20	604,97	183,50	2,51	100,00
AG8700PRO 3	4,17	16,09	467,35	104,67	8,70	99,00
AS1820PRO 3	4,38	15,74	545,02	141,33	5,29	75,61
AS1822PRO 3	4,23	16,34	550,63	131,00	4,36	91,82
AS1844	4,18	14,31	479,81	113,17	4,41	98,18
B2620PWU	4,99	14,75	523,30	183,67	2,38	98,67
B2800YHR	4,25	19,00	517,17	145,33	9,23	98,33
B2801YHR	4,25	15,19	451,11	119,50	8,74	100,00
BM990VIP3	4,04	15,94	568,60	102,17	4,30	101,01
CRV2738VI P3	3,87	14,10	404,37	81,50	5,29	97,33
DKB255	4,09	16,07	510,86	104,33	6,29	89,21

Tabela 3. Características de espigas, grãos ardidos e sanidade de grãos ardidos em híbridos de milho. Sete Lagoas, 2026.

Híbrido	Diâmetro Espiga (cm)	Comprimento Espiga (cm)	Nº Grãos/Espiga	Peso por Espiga (g)	% Grãos Ardidos	% Fusarium spp Grãos Ardidos
DKB265	3,65	13,60	466,53	67,83	5,68	102,51
FEROZ	4,52	15,32	479,82	141,83	4,86	95,61
FS450PWU	3,79	14,91	442,42	80,17	6,52	98,67
FS564PWU	4,47	14,39	473,32	100,00	8,42	97,66
FS700PWU	4,93	15,96	603,73	174,00	4,22	100,00
FS715PWU	4,03	14,80	505,96	97,83	1,93	96,00
K7510VIP3	4,57	16,40	548,72	174,83	2,09	97,02
K9606VIP3	4,39	14,59	437,58	126,67	3,27	92,00
MG30A37	4,06	15,47	471,37	91,33	5,41	87,49
MG545	4,70	17,34	495,17	169,50	4,96	95,69
MG580	4,45	14,35	438,06	98,83	5,02	98,45
MG580PWU	4,45	13,88	417,77	97,33	6,12	99,57
NK511VIP3	4,53	13,12	447,91	130,00	2,17	95,79
NK520VIP3	4,44	14,75	475,20	119,00	3,69	94,40
NS75VIP3	4,19	15,88	437,25	132,17	3,26	97,78
NS80VIP3	4,35	14,69	488,19	120,33	4,05	97,20

Tabela 3. Características de espigas, grãos ardidos e sanidade de grãos ardidos em híbridos de milho. Sete Lagoas, 2026.

Híbrido	Diâmetro Espiga (cm)	Comprimento Espiga (cm)	Nº Grãos/Espiga	Peso por Espiga (g)	% Grãos Ardidos	% Fusarium spp Grãos Ardidos
P30F53	4,22	13,74	413,92	85,67	5,45	100,37
P3282	4,36	13,38	430,07	137,50	2,34	133,33
P3707YYH	4,49	15,59	470,76	138,50	4,24	97,70
P3858	4,41	14,24	518,48	116,83	7,67	94,00
P3898 CONV	4,85	15,82	555,15	161,33	7,33	100,00



Universidade Federal
de São João del-Rei

ANEXO A

Termo de autorização para publicação no Repositório Institucional da UFSJ

Eu Gabriel Vitor Buitrago de Figueiredo, RG MG 19.242.714
Org. Exp. SSP/MG, CPF 15606770660, e-mail: gabrielbuitragof@hotmail.com, telefone
(31)99607-7397, na qualidade de titular dos direitos de autor que recaem sobre minha
produção:

(☒) trabalho de conclusão de curso (☐) dissertação de mestrado (☐) tese de doutorado
(☐) _____ (outro)

Título: TOLERÂNCIA DE HÍBRIDOS DE MILHO AO COMPLEXO DE
ENFEZAMENTOS: UMA ABORDAGEM SOBRE SANIDADE E PRODUÇÃO
, defendida em: 10 / 07 / 2026, no programa de (☒) Graduação (☐) Pós-Graduação em
_____, com fundamento nas disposições

sobre direitos autorais (Lei nº 9.610 de 19 de fevereiro de 1998), autorizo a Universidade
Federal de São João del-Rei a disponibilizar gratuitamente a obra citada, sem ressarcimento de
direitos autorais, para fins de leitura e impressão, a título de divulgação da produção científica
gerada pela universidade, a partir desta data. Autorizo a liberação:

(☒) Total

(☐) Parcial (serão disponibilizados apenas resumo, palavras-chave, e os dados: autor, título, membros
da banca examinadora, data de defesa, entre outros).

Motivo: _____.

Obs.:

- No caso de liberação parcial, a dissertação/tese impressa não poderá ser consultada no acervo.
- Estou ciente que, em caso de liberação parcial, o documento será mantido nesta opção durante 1 (um) ano a partir da data de autorização da publicação. Para ampliação deste prazo, devo manifestar-me junto a Dibib/UFSJ. Para liberação antes do prazo estipulado, formalizarei a autorização. Se não houver manifestação, o texto completo da dissertação/tese será liberado em sua totalidade e a versão impressa será disponibilizada para consulta.
- O conteúdo disponibilizado é de minha inteira responsabilidade.

Sete Lagoas, MG, 15 de Julho de 2026.

Documento assinado digitalmente
 GABRIEL VITOR BUITRAGO DE FIGUEIREDO
Data: 16/07/2026 08:19:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do Autor