

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS URUTAÍ**

LUIZ GUSTAVO DE REZENDE MOTA

**MANEJO COM INSETICIDAS DE NOVA GERAÇÃO E
INDUTORES DE RESISTÊNCIA PARA O CONTROLE DE *Dalbulus*
*maidis***

**URUTAÍ - GOIÁS
2025**

LUIZ GUSTAVO DE REZENDE MOTA

**MANEJO COM INSETICIDAS DE NOVA GERAÇÃO E
INDUTORES DE RESISTÊNCIA PARA O CONTROLE DE *Dalbulus*
*maidis***

Trabalho de Curso apresentado ao IF Goiano
Campus Urutaí como parte das exigências do
Curso de Graduação em Agronomia para
obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Igor de
Azevedo Pereira.

URUTAÍ - GOIÁS
2025

LUIZ GUSTAVO DE REZENDE MOTA

**MANEJO COM INSETICIDAS DE NOVA GERAÇÃO E
INDUTORES DE RESISTÊNCIA PARA O CONTROLE DE *Dalbulus
maidis***

Monografia apresentada ao IF
Goiano Campus Urutaí como parte
das exigências do Curso de
Graduação em Agronomia para
obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Aprovada em 22 de dezembro de 2025



Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Orientador e Presidente da Banca Examinadora)
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí.

Carmen Rosa da Silva Curvêlo
Prof. Dr. Carmen Rosa da Silva Curvêlo
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí



Dr. João Batista Coelho Sobrinho
Bolsista Pós-Doc
Centro de Excelência em Bioinsumos
CEBIO

URUTAÍ - GOIÁS
2025

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

M917 Mota, Luiz Gustavo de Rezende
MANEJO COM INSETICIDAS DE NOVA GERAÇÃO E
INDUTORES DE RESISTÊNCIA PARA O CONTROLE DE
Dalbulus maidis / Luiz Gustavo de Rezende Mota. Urutai 2025.

27f. il.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira.
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0120024 -
Bacharelado em Agronomia - Urutai (Campus Urutai).
I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem resarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- Tese (doutorado) Artigo científico
 Dissertação (mestrado) Capítulo de livro
 Monografia (especialização) Livro
 TCC (graduação) Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo: _____

Nome completo do autor:

LUIZ GUSTAVO DE REZENDE MOTA

Matrícula:

2021201200240081

Título do trabalho:

MANEJO COM INSETICIDAS DE NOVA GERAÇÃO E INDUTORES DE RESISTÊNCIA PARA O CONTROLE DE *Dalbus maidis*

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 31 /01 /2026

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

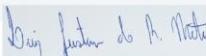
- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Urutai, Goiás

Local

13 /01 /2026

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais



Assinatura do(a) orientador(a)

Ciente e de acordo:

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO**

Campus Urutai - Código INEP: 52063909
Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, CEP 75790-000, Urutai (GO)
CNPJ: 10.651.417/0002-59 - Telefone: (64) 3465-1900

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada **Manejo com inseticidas de nova geração e indutores de resistência para o controle de *Dalbulus maidis***, sob orientação de Alexandre Igor de Azevedo Pereira, apresentada pelo aluno **Luiz Gustavo de Rezende Mota (2021201200240081)** do Curso **Bacharelado em Agronomia (Campus Urutai)**. Os trabalhos foram iniciados às 10:00 pelo Professor presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- Alexandre Igor de Azevedo Pereira (Presidente)
- Carmen Rosa da Silva Curvelo (Examinadora Interna)
- João Batista Coelho Sobrinho (Examinador Externo)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição do candidato. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

Aprovado

Reprovado

Nota (quando exigido): 9,0

Observação / Apreciações:

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Alexandre Igor de Azevedo Pereira** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Carmen Rosa da Silva Curvelo

Carmen Rosa da Silva Curvelo

URUTAI / GO, 22 de dezembro de 2025.

Alexandre Igor de Azevedo Pereira

João Batista Coelho Sobrinho

João Batista Coelho Sobrinho

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e família, que me apoaram e me deram suporte no decorrer do curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me conceder saúde e força para superar os desafios enfrentados. Meu reconhecimento vai também para meu orientador, Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira, pelo apoio nas correções e pelos incentivos recebidos. Ao IF Goiano pelo suporte institucional e acadêmico que foi crucial durante o meu percurso. A todos professores pelos valiosos ensinamentos compartilhados. A minha família pelo amor, apoio e encorajamento incondicional; sem vocês, esta conquista não teria sido possível. Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

MANEJO COM INSETICIDAS DE NOVA GERAÇÃO E INDUTORES DE RESISTÊNCIA PARA O CONTROLE DE *Dalbulus* *maidis*

Luiz Gustavo de Rezende Mota¹

⁽¹⁾ Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, Rodovia Prof. Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, CEP 75790-000 Urutaí, GO, Brasil. E-mail: luiz.rezende@estudante.ifgoiano.edu.br

RESUMO - A cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) é o principal vetor de patógenos limitantes da produtividade do milho-doce no Brasil. Inseticidas de nova geração associados com diferentes números de aplicações e distintos ingredientes ativos, além de indutores de resistência celular ainda é uma estratégia subutilizada de controle. Ambas são alinhadas com o Manejo Integrado de Pragas (MIP) e podem reduzir os impactos negativos causados pelo vírus do raiado-fino. Um dos principais patógenos no milho-doce, vetorizado por *D. maidis*, no estado de Goiás. Este estudo avaliou a eficácia de estratégias integradas de manejo fitossanitário, envolvendo o número de aplicações de inseticidas com diferentes modos de ação, com ou sem a associação do indutor de resistência acibenzolar-S-metil, no controle de *D. maidis*, e na mitigação de danos causados por viroses em híbrido de milho-doce (cv. GSS0227), em condições de campo no sul do estado de Goiás. O delineamento experimental foi em blocos casualizados e compreendeu oito tratamentos com um arranjo fatorial 3x2+2, relativos ao número de aplicações de inseticidas (uma, duas ou três), ausência ou presença do acibenzolar-S-metil, além de uma testemunha absoluta e uma testemunha positiva, respectivamente. Os parâmetros quantificados foram o número de cigarrinhas-do-milho por cartucho, avaliação de sintomas do vírus raiado-fino nas plantas, mensuração de parâmetros agronômicos e comerciais do milho-doce. A associação entre inseticidas, especialmente verdavis® (plinazolin® + lambda-cialotrina), e bion® promoveu reduções significativas na densidade de *D. maidis* e na incidência de sintomas de enfezamentos e vírus do raiado fino, além de ganhos em vigor vegetativo, produtividade (até 25 t ha⁻¹) e rendimento industrial (>48%). Os resultados evidenciam que o uso combinado de defensivos químicos e indutores de resistência potencializa o desempenho da cultura e reforça a eficácia do Manejo Integrado de Pragas (MIP) como ferramenta sustentável frente aos desafios fitossanitários da produção de milho-doce.

Palavras-chave: Cicadellidae, Isocicloseram, Vetores, Manejo Integrado de Pragas, Rendimento industrial, *Zea mays* var. *saccharata*.

MANAGEMENT WITH NEW GENERATION INSECTICIDES AND RESISTANCE INDUCERS FOR THE CONTROL OF *Dalbulus maidis*

Luiz Gustavo de Rezende Mota¹

⁽¹⁾ Instituto Federal Goiano Campus Urutai, Rodovia Prof. Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, CEP 75790-000 Urutai, GO, Brasil. E-mail: luiz.rezende@estudante.ifgoiano.edu.br

ABSTRACT - The corn leafhopper *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) is the main vector of pathogens that limit sweet corn productivity in Brazil. The use of new-generation insecticides, combined with different numbers of applications and distinct active ingredients, as well as plant resistance inducers, remains an underutilized control strategy. Both approaches are aligned with Integrated Pest Management (IPM) and can reduce the negative impacts caused by maize rayado fino virus, one of the major pathogens in sweet corn vectored by *D. maidis* in the state of Goiás. This study evaluated the effectiveness of integrated phytosanitary management strategies involving the number of insecticide applications with different modes of action, with or without the association of the resistance inducer acibenzolar-S-methyl, for controlling *D. maidis* and mitigating virus-related damage in a sweet corn hybrid (cv. GSS0227) under field conditions in southern Goiás, Brazil. The experiment was arranged in a randomized complete block design and included eight treatments in a 3×2+2 factorial scheme, corresponding to the number of insecticide applications (one, two, or three), the absence or presence of acibenzolar-S-methyl, plus a negative control and a positive control, respectively. The evaluated parameters were the number of corn leafhoppers per whorl, assessment of maize rayado fino virus symptoms, and agronomic and marketable traits of sweet corn. The association between insecticides—especially verdavis® (plinazolin® + lambda-cyhalothrin)—and bion® led to significant reductions in *D. maidis* density and in the incidence of stunting diseases and maize rayado fino virus symptoms, as well as gains in vegetative vigor, yield (up to 25 t ha⁻¹), and processing yield (>48%). These results indicate that combining chemical pesticides with resistance inducers enhances crop performance and reinforces the effectiveness of IPM as a sustainable tool to address phytosanitary challenges in sweet corn production.

Key-words: Cicadellidae, Isocycloseram, Vectors, Integrated Pest Management, Industrial yield, *Zea mays* var. *saccharata*.

INTRODUÇÃO

O milho-doce (*Zea mays* var. *saccharata*), pertencente à família Poaceae, tem ganhado relevância econômica no Brasil devido à crescente demanda da agroindústria alimentícia por espigas de alta qualidade para consumo *in natura* e processamento industrial (Santos et al., 2014). A cultura, apesar de tecnicamente similar ao milho-grão em termos de manejo agronômico, requer maior cuidado no controle de pragas devido à sua maior suscetibilidade a patógenos e à menor oferta de híbridos com resistência genética incorporada.

Entre os principais entraves fitossanitários destaca-se a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), vetor de agentes causadores de doenças de alto impacto produtivo, como o enfezamento pálido (*Spiroplasma kunkelii*), o enfezamento vermelho (*Maize bushy stunt phytoplasma*) e o vírus da risca (*Maize rayado fino virus*) (Oliveira et al., 2003; Pérez-López et al., 2018). Esses patógenos, transmitidos de forma persistente e propagativa, afetam diretamente a produtividade e a qualidade do milho, provocando sintomas de clorose, redução de porte, má formação das espigas e até mesmo morte prematura das plantas.

No bioma Cerrado e em particular no estado de Goiás, surtos populacionais de *D. maidis* têm sido recorrentes, intensificados por monocultivos sucessivos e condições climáticas favoráveis, o que demanda estratégias eficazes de manejo integrado de pragas (MIP). Nesse contexto, a adoção de inseticidas com diferentes modos de ação, aliados ao uso de indutores de resistência, desponta como alternativa promissora para reduzir a incidência de doenças transmitidas por vetores e preservar a eficiência dos produtos fitossanitários frente à pressão seletiva.

Considerando a limitada disponibilidade de híbridos de milho-doce com resistência genética e a necessidade de tecnologias que garantam estabilidade produtiva e sanidade vegetal, torna-se essencial avaliar, em condições controladas, a eficácia de diferentes ativos químicos e bioestimulantes. Esta pesquisa visa contribuir com o desenvolvimento de práticas sustentáveis e tecnicamente viáveis para o controle de *D. maidis* e mitigação dos danos causados por fitopatógenos associados à cultura do milho-doce.

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar a eficiência de diferentes estratégias de manejo com inseticidas químicos com ou sem a associação com indutor de resistência vegetal (Acibenzolar-S-metil), no controle da cigarrinha-do-milho (*Dalbulus*

maidis) e na mitigação dos danos causados por fitopatógenos na cultura do milho-doce híbrido GSS0227, em condições de campo no sul do estado de Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

Local experimental

O estudo foi conduzido no Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, situado na BR 153, Km 633, zona rural do município de Morrinhos, Goiás ($17^{\circ}49'10.83''$ S, $49^{\circ}12'13.46''$ O e altitude de 901 m). O clima predominante na região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com verões chuvosos e invernos secos, condição típica do Cerrado brasileiro (Alvares et al., 2013). O preparo do solo foi realizado com base em análises químicas e físicas, promovendo a correção da acidez e a reposição de nutrientes conforme recomendações técnicas para a cultura do milho-doce (Sousa & Lobato, 2004).

Genética do milho-doce utilizada

O híbrido de milho-doce GSS0227, desenvolvido pela Syngenta Seeds LTDA (Uberlândia, MG), com alta performance produtiva e adaptado ao cultivo intensivo para fins industriais foi explorado. Esse material genético apresenta altura média de 2,72 m, ciclo de 90 a 110 dias, tolerância genética via transgenia (tecnologia Attribute® II, Syngenta Vegetable Seeds) aos princípios ativos dos herbicidas glifosato e glufosinato de amônio e, bem como, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) através de duas proteínas Bt (Vip3A e Cry1Ab).

Tratos culturais

A semeadura foi realizada em espaçamento de 0,70 m entre fileiras, com densidade inicial estimada em 120 mil plantas ha^{-1} , ajustada para 60 mil plantas ha^{-1} (Embrapa, 2020). A adubação nitrogenada de cobertura foi fracionada em duas parcelas, totalizando 300 kg ha^{-1} de N, aplicada nos estádios fenológicos V4 e V8. A aplicação de 200 kg ha^{-1} de sulfato de magnésio foi realizada de forma conjunta, objetivando a prevenção de sintomas de carências em folhas mais novas, com base nas exigências nutricionais relatadas para o milho-doce (Cancellier et al., 2011). O fósforo e o potássio? A irrigação foi conduzida por pivô central, com lâminas de 5 mm ao dia em cinco dias da semana durante a fase vegetativa e 10 mm ao dia em três dias por semana na fase

reprodutiva, conforme critérios de reposição hídrica e demanda fisiológica da cultura (Mantovani et al., 2009).

Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), composto por oito tratamentos e quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída por cinco fileiras de milho com 5 m de comprimento e 0,60 m de espaçamento entre linhas, totalizando 105 plantas por parcela. O espaçamento entre blocos foi de 0,60 m, respeitando a uniformidade do estande e o isolamento adequado entre parcelas. Os tratamentos foram compostos por diferentes estratégias de manejo químico com inseticidas recomendados contra a cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), através da variação do número de aplicações por semana (1, 2 ou 3) e, bem como, presença ou ausência do indutor de resistência acibenzolar-S-metil. Foram utilizados diferentes inseticidas comerciais com distintos princípios ativos e seus mecanismos de ação, alinhados às atuais práticas de manejo da resistência de insetos à inseticidas (IRAC, 2023). Adicionalmente, dois tratamentos testemunha foram explorados. Uma testemunha absoluta (apenas água) e uma testemunha positiva com duas aplicações semanais, incluindo acibenzolar-S-metil. Essa testemunha positiva foi composta por inseticidas cujos princípios ativos são protegidos por patente, enquanto que nos demais tratamentos houve uso de produtos genéricos.

Tratamentos e aplicações

Os oito tratamentos (T) foram organizados da seguinte maneira, com oito semanas de aplicação seguidas: T1 (da 1^a a 8^a semana, testemunha absoluta, apenas água). T2 com apenas uma aplicação por semana (1^a semana acefato, 2^a a 4^a semanas isocicloseram + lambda-cialotrina, 5^a semana acefato, 6^a semana acetamiprido + bifentrina, 7^a semana metomil e 8^a semana imidacloprido + bifentrina). T3 com duas aplicações por semana espaçadas a cada três dias (1^a semana acefato e fipronil, 2^a semana isocicloseram + lambda-cialotrina e tiametoxam + lambda-cialotrina, 3^a semana isocicloseram + lambda-cialotrina e acetamiprido + bifentrina, 4^a semana isocicloseram + lambda-cialotrina e imidacloprido + bifentrina, 5^a semana acefato e etiprole, 6^a semana metomil e tiametoxam + lambda-cialotrina, 7^a semana acefato e acetamiprido + bifentrina e 8^a semana metomil e imidacloprido + bifentrina). T4 com três aplicações por semana espaçadas a cada dois dias (1^a semana acefato, fipronil e metomil, 2^a semana

isocicloseram + lambdacialotrina, acefato e acetamiprido + bifentrina, 3^a semana isocicloseram + lambdacialotrina, imidacloprido + bifentrina e acefato, 4^a semana isocicloseram + lambdacialotrina, metomil e tiametoxam + lambdacialotrina, 5^a semana acefato, acetamiprido + bifentrina e metomil, 6^a semana imidacloprido + bifentrina, acefato e etiprole, 7^a semana metomil, tiametoxam + lambdacialotrina e acefato e, por fim, na 8^a semana acetamiprido + bifentrina, metomil e imidacloprido + bifentrina).

No T5 repetiu-se o procedimento de aplicação do T2 no tempo e frequência (1 aplicação por semana) e princípio ativo, durante oito semanas, porém nas duas primeiras semanas incluindo o indutor de resistência acibenzolar-S-metil. No T6 a estratégia de aplicação seguiu a do T3 no tempo (a cada três dias), frequência (2 aplicações por semana) e princípios ativos, durante oito semanas, com aplicação adicional de acibenzolar-S-metil nas duas primeiras semanas.

No T7 seguiu-se o padrão do T4 no tempo (a cada dois dias), frequência (3 aplicações por semana) e princípios ativos adicionando-se o acibenzolar-S-metil nas duas primeiras semanas. E, por fim, no T8 as aplicações foram organizadas no tempo (a cada três dias), frequência (2 aplicações por semana) e com os seguintes princípios ativos: 1^a semana com tiametoxam + lambda-cialotrina, profenofós + cipermetrina e acibenzolar-S-metil, 2^a semana isocicloseram + lambdacialotrina, tiametoxam + lambda-cialotrina e acibenzolar-S-metil, 3^a semana isocicloseram + lambdacialotrina e profenofós + lufenuron, 4^a semana isocicloseram + lambdacialotrina e tiametoxam + lambdacialotrina, 5^a semana profenofós + cipermetrina e tiametoxam + lambda-cialotrina, 6^a semana profenofós + lufenuron e tiametoxam + lambdacialotrina, 7^a semana profenofós + cipermetrina e tiametoxam + lambdacialotrina e na 8^a semana profenofós + lufenuron e tiametoxam + lambdacialotrina. Nos tratamentos (T5, T6, T7 e T8) onde utilizou-se o indutor de resistência acibenzolar-S-metil ocorreu mistura em tanque com os inseticidas.

As aplicações em todos os tratamentos foram realizadas com pulverizador pressurizado por cilindro de CO₂ de 4,6 kg, com regulador de pressão e barra lateral de fibra de carbono com seis bicos de jato cônico azul. Aplicações de manutenção, com fertilizantes foliares e fungicidas, foram executadas com um quadriciclo adaptado com dois tanques de 50 litros cada. O volume de calda foi padronizado em 300 L ha⁻¹. Todas as pulverizações ocorreram preferencialmente ao final da tarde, com velocidade do vento entre 3 e 8 km/h monitorada com anemômetro digital, visando máxima eficiência de deposição e mínima deriva (Christovam et al., 2020). Os aplicadores utilizaram todos os

Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), conforme regulamentado pela NR-31 do Ministério do Trabalho do Brasil.

Parâmetros quantificados

As avaliações fitossanitárias seguiram protocolo padronizado das agroindústrias para processamento de milho-doce situadas em Goiás. A densidade populacional de cigarrinhas foi monitorada semanalmente dos 10 dias após o plantio (DAP) até os 60 DAP, por contagem direta em plantas amostradas. A incidência de sintomas do vírus raiado fino foi avaliada entre os 45 e 60 DAP, por inspeção visual em cada parcela.

A altura das plantas foi medida com trena métrica de bolso de 5 m x 19 mm (modelo Starrett KTS34-5M-S) em uma única avaliação (60 DAP), considerando 10 plantas ao acaso por parcela. Os danos provocados por *Spodoptera frugiperda* e pelos percevejos barriga-verde (*Dichelops furcatus* e *Diceraeus melacanthus*) foram estimados por meio da escala visual de Davis et al. (1992) e Bianco et al. (2006), respectivamente.

As variáveis relacionadas à produtividade e ao rendimento comercial das espigas foram mensuradas na área útil de cada parcela. Foram contabilizadas o número total de espigas, comprimento e diâmetro médio (com régua e paquímetro), número de espigas comerciais (≥ 15 cm de comprimento e ≥ 3 cm de diâmetro), produtividade total de espigas com palha (kg ha^{-1}), produtividade de espigas comerciais sem palha (kg ha^{-1}), produtividade de grãos (kg ha^{-1}) obtida a partir da debulha das espigas e extração para hectare para fins de contabilização do rendimento industrial (em percentagem).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. As análises foram realizadas com o software R, utilizando os pacotes agricolae e dplyr. Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram verificados pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Variáveis que não atenderam às premissas foram transformadas (\log ou \sqrt{x}) conforme necessário para garantir a robustez estatística das inferências (Zar, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância multivariada (MANOVA) baseada no critério de Roy indicou que o fator tratamentos (TRAT) exerceu efeito multivariado significativo sobre o conjunto de variáveis agronômicas avaliadas ($\text{Roy} = 2,6471$; $F = 4,7649$; $p = 0,0020$). Esse resultado sugere que, de forma conjunta, as variáveis analisadas (número de

cigarrinhas por planta, altura de plantas, escalas de Davis e Bianco, produtividade e rendimento industrial) foram influenciadas pelas diferentes combinações de tratamentos aplicadas no ensaio (Tabela 2). O teste de Roy, ao considerar apenas a maior raiz canônica entre os efeitos multivariados, é especialmente sensível a contrastes marcantes em uma ou poucas combinações lineares de variáveis. Portanto, o resultado significativo para os tratamentos reforça a existência de diferenças expressivas entre os grupos experimentais quanto ao comportamento multivariado das características mensuradas (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise MANOVA com base no teste de Roy para avaliação dos efeitos de tratamentos e blocos em variáveis agronômicas.

FV	Df	Roy	F_num	Df_den	Df_Res	Pr_F
Bloco	3	0.956717	1.3394	10	14	0.2999
Tratamentos	7	2.647144	4.7649	10	18	0.002029
Resíduo	21					

Entre os caracteres fitossanitários, destacou-se a correlação positiva expressiva entre o número de cigarrinhas por planta (CIP) e a severidade de sintomas avaliada pela escala Davis ($r = 0,89$), evidenciando que maiores infestações do vetor estão associadas ao aumento na expressão dos sintomas do complexo de enfezamentos. Também foi observada correlação positiva entre CIP e o percentual de plantas desfolhadas (DESF) ($r = 0,36$), o que reforça o efeito deletério da presença da cigarrinha sobre o dossel foliar das plantas (Figura 1a).

Por outro lado, algumas correlações negativas foram estatisticamente significativas, como entre a altura de plantas (ALT) e a incidência de vírus do raiado fino (RAFI) ($r = -0,54$), além da correlação entre RAFI e PG ($r = -0,39$), sugerindo que a presença do vírus está associada à redução no porte vegetativo e na capacidade produtiva da planta (Figura 1a). A matriz simplificada de correlações significativas (Figura 1b) permitiu destacar visualmente os principais pares de variáveis com associações estatisticamente relevantes, o que facilita a compreensão das relações entre produtividade, arquitetura de planta e indicadores de estresse biótico. Tais resultados reforçam a utilidade das análises multivariadas como ferramenta na identificação de variáveis críticas ao desempenho agronômico e na interpretação conjunta dos efeitos de pragas e doenças em cultivos de milho-doce.

A análise de correlação de Pearson entre as variáveis agronômicas e fitossanitárias avaliadas no milho-doce revelou distintos níveis de associação linear. Observou-se uma correlação positiva e altamente significativa entre o peso dos grãos da espiga (PG) e o rendimento (REN) ($r = 0,92$), indicando que o aumento no peso de grãos está diretamente relacionado à produtividade. Também foi verificada correlação positiva entre PG e o peso da espiga com palha (ECP) ($r = 0,61$), sugerindo que espigas mais pesadas contribuem significativamente para o acúmulo de massa de grãos (Figura 1a).

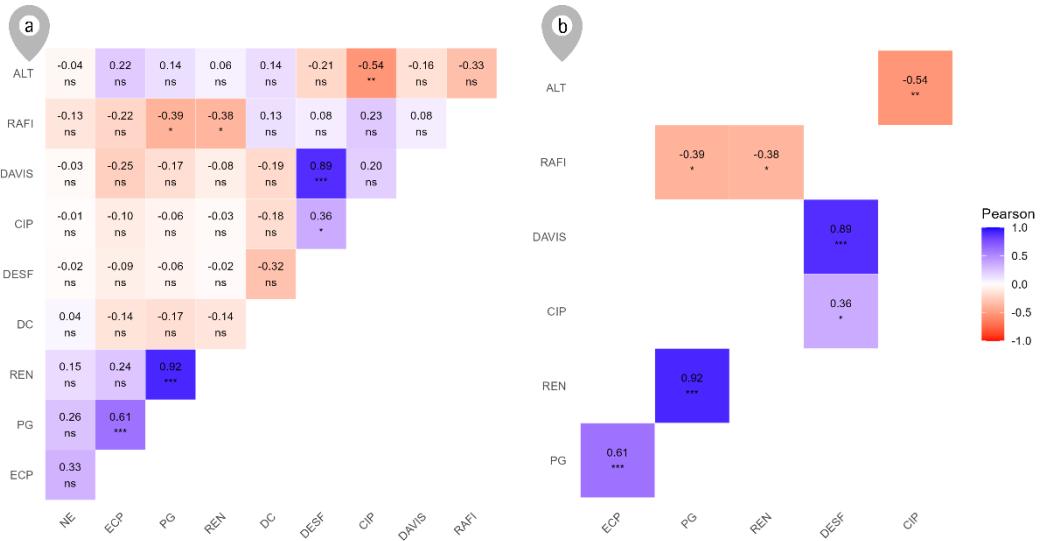


Figura 1. Correlação de Pearson entre variáveis: (a) Matriz completa e (b) Correlações significativas.

A Análise de Componentes Principais (PCA) (Figura 2A) permitiu a redução da dimensionalidade dos dados e a visualização da relação entre tratamentos e variáveis agronômicas avaliadas. Os dois primeiros componentes principais (PCA 1 e 2) explicaram conjuntamente 71,9% da variabilidade total dos dados, sendo 50,7% atribuídos ao primeiro componente (Dim1) e 21,2% ao segundo (Dim2), conforme indicado no gráfico de scree plot (Figura 2b).

No biplot da Figura 2A, observou-se que variáveis como REN (rendimento), ALT (altura de planta) e PG (peso dos grãos da espiga) apresentaram forte correlação positiva entre si, localizando-se no mesmo quadrante, sugerindo que essas variáveis compartilham estrutura comum de variação entre os tratamentos. Por outro lado, variáveis fitossanitárias como RAFI (vírus do raiado fino), DESF (plantas desfolhadas) e DAVI (nota de severidade) apresentaram direcionamento oposto às variáveis de produtividade,

indicando uma associação negativa entre o desempenho agronômico e a intensidade de sintomas.

Entre os tratamentos, CHK (testemunha) e 2x_CB apresentaram comportamento mais afastado dos demais ao longo do PCA1, sendo fortemente influenciados por variáveis associadas à sanidade da planta e menor desempenho. Já os tratamentos como 1x_CB, 3x_CB e 2x_SB tenderam a se posicionar mais próximos das variáveis relacionadas à produtividade, o que pode indicar seu maior potencial agronômico (Figura 2A).

Com relação à contribuição das variáveis (Figura 2C) observou-se que RAFI, DAVI, CIP e DESF foram as que mais contribuíram para a Dimensão 1, enquanto REN, ALT e PG se destacaram na Dimensão 2. Esses resultados reforçam a capacidade da PCA em discriminar os tratamentos com base em um conjunto multidimensional de características, possibilitando a seleção de combinações superiores ou a identificação de padrões de resposta frente a estresses bióticos.

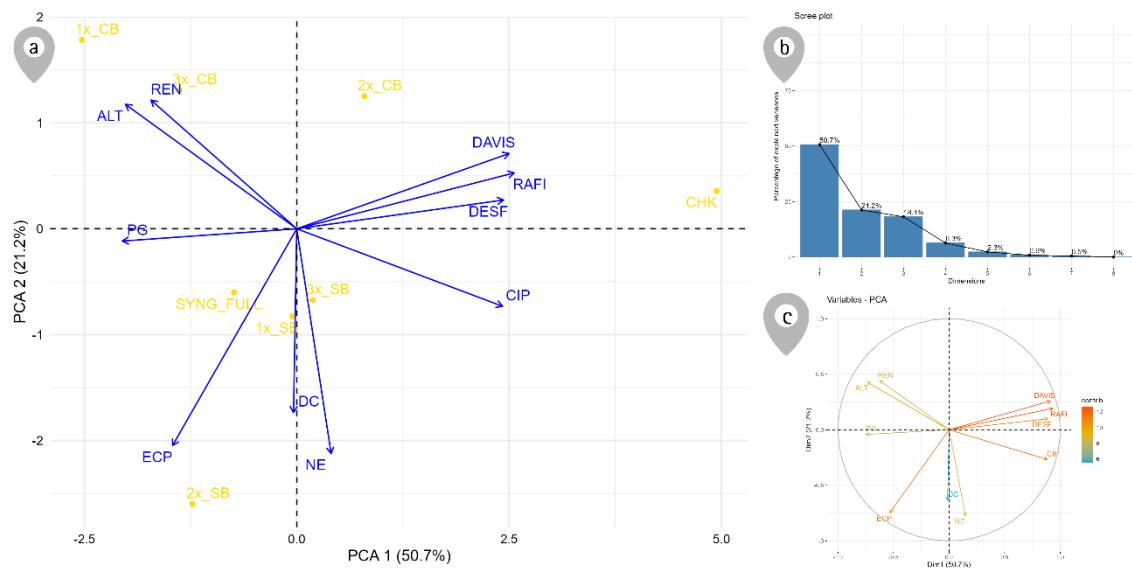


Figura 2. Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis agronômicas e tratamentos na cultura do milho conduzida no IF Goiano – Campus Morrinhos (GO).

O gráfico circular (dendrograma radial) representa de forma hierárquica a relação entre os tratamentos aplicados à cultura do milho-doce e as variáveis agronômicas avaliadas. Os tratamentos foram organizados com base na distância euclidiana entre seus perfis multivariados e agrupados segundo o método de ligação média (UPGMA),

resultando em três grupos distintos destacados por cores (vermelho, azul e verde) (Figura 5).

As variáveis (folhas do grafo) estão representadas por círculos coloridos, cujas cores refletem a contribuição relativa (grau de influência) e o tamanho representa a magnitude média para aquela variável, normalizada dentro do conjunto de dados (Figura 3). A matriz numérica confirma que o tratamento 1x_CB, agrupado isoladamente (verde), apresentou os maiores valores médios para rendimento (REN) e altura de planta (ALT), assim como alto peso de espiga (ECP) e peso de grãos (PG), sendo fortemente associado ao desempenho produtivo. Em contraste, CHK e SYNG_FULL, ambos posicionados no grupo vermelho, apresentaram valores baixos de REN, PG e ALT, e maior associação com variáveis fitossanitárias como RAFI, CIP e DAVI, indicando um padrão de maior comprometimento sanitário e menor produtividade (Figura 3).

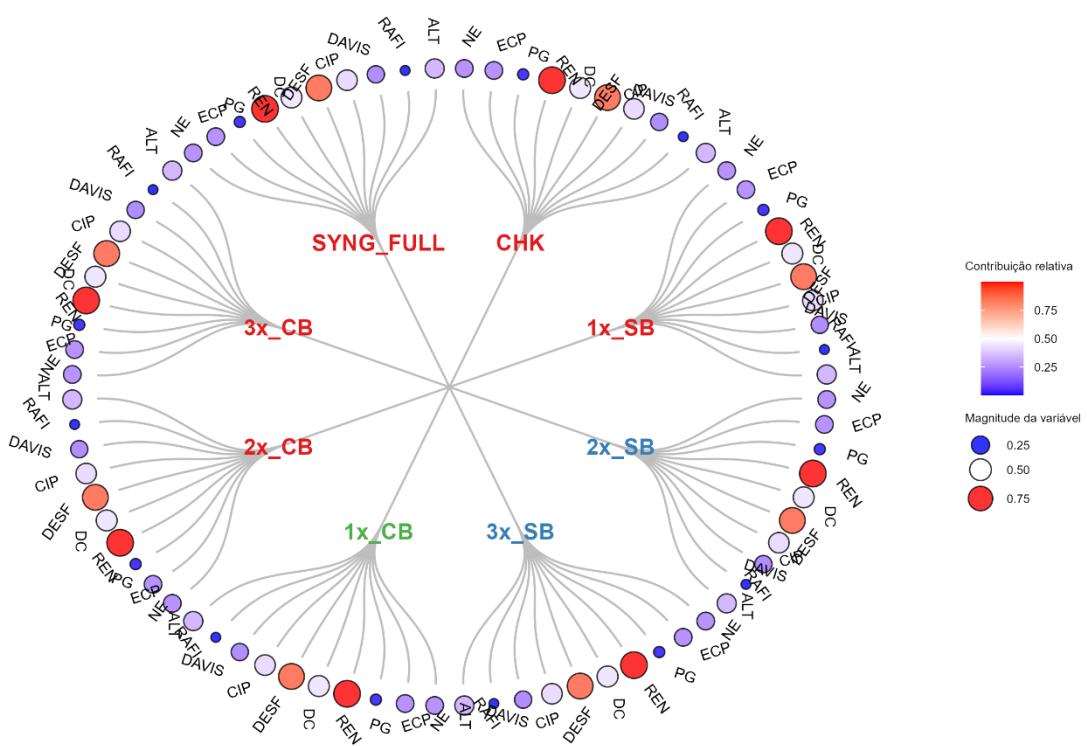


Figura 3. Associação entre tratamentos e variáveis agronômicas na cultura do milho com base em agrupamento hierárquico e intensidade relativa das respostas

A figura apresenta a aplicação do índice MGIDI, uma ferramenta multivariada utilizada para identificar os tratamentos mais próximos de um ideótipo desejável,

considerando simultaneamente todas as variáveis de interesse. O painel à esquerda mostra a distribuição dos tratamentos em um gráfico circular, enquanto o painel à direita apresenta a mesma classificação de forma linear, facilitando a leitura da ordenação (Figura 4).

Na análise, o tratamento 1x_SB foi o único selecionado (ponto em vermelho), por estar mais próximo do ideótipo multivariado, ou seja, aquele que reúne, simultaneamente, os melhores valores desejáveis para as variáveis analisadas (ex: alto rendimento, baixa incidência de pragas, boas características morfológicas etc.). Os demais tratamentos (pontos pretos) foram classificados como não selecionados, apresentando maiores distâncias em relação ao ponto ideal (Figura 4). A ordenação dos tratamentos no eixo do índice MGIDI (menor valor = melhor desempenho multivariado) reforça a superioridade do tratamento 1x_SB, seguido por 2x_CB e 3x_SB. Já os tratamentos CHK (testemunha) e SYNG_FULL (padrão comercial) apresentaram os piores desempenhos multivariados, destacando-se como os mais distantes do ideótipo (Figura 4). Esses resultados demonstram que o tratamento 1x_SB possui o maior equilíbrio entre produtividade e sanidade, sendo o mais indicado dentro das condições experimentais. O uso do índice MGIDI permite uma seleção mais eficiente e robusta, considerando o comportamento conjunto das variáveis, ao invés de decisões isoladas por característica (Figura 4).

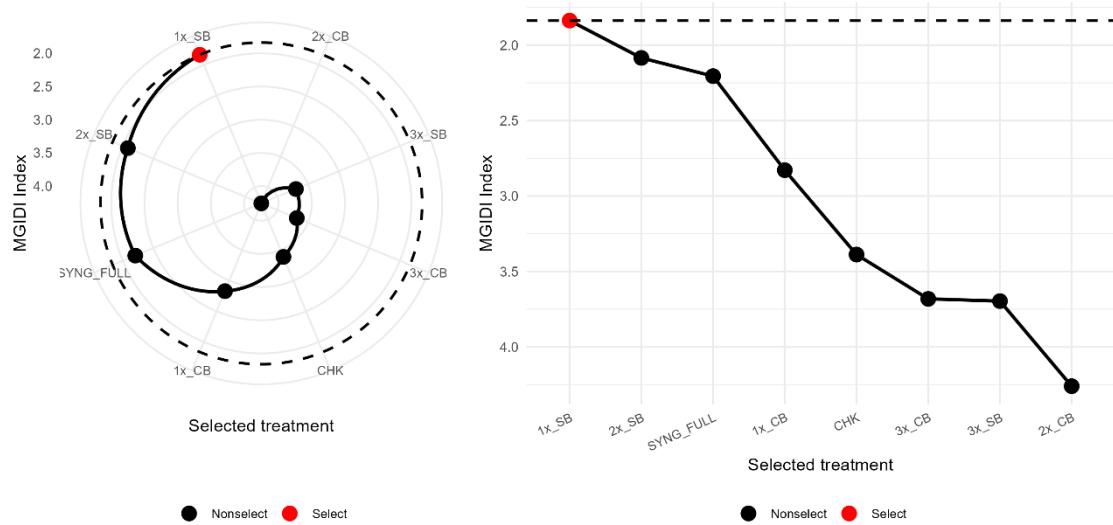


Figura 4. Classificação dos tratamentos experimentais com base no índice MGIDI para seleção simultânea de múltiplas características agronômicas na cultura do milho.

A análise de correlação canônica foi conduzida visando explorar as associações multivariadas entre os componentes de rendimento do milho e três grupos de variáveis relacionados a características fitotécnicas, danos por lagartas e infestação por cigarrinha, representados pelas siglas FIT, LAG e CIG, respectivamente. Os dois primeiros pares canônicos para cada comparação estão representados (Figura 5).

Rendimento vs. Características Fitotécnicas (REN × FIT)

No primeiro cenário (Figura 5A) a correlação canônica entre os componentes de rendimento (NE, ECP, PG, REN) e as características fitotécnicas (DC, ALT) apresentou correlação moderada no primeiro par ($r = 0,384$), embora não significativa ($p = 0,76$). Verificou-se que ALT (altura da planta) e DC (diâmetro do caule) associaram-se positivamente com o construto canônico das variáveis fitotécnicas, enquanto ECP e PG demonstraram forte correlação positiva com o rendimento. Esse padrão sugere que, embora não estatisticamente significativo, o acúmulo de biomassa estrutural pode estar positivamente relacionado à produtividade em algumas condições.

Rendimento vs. Danos por Lagartas (REN × LAG)

No segundo cenário (Figuras 5B), avaliou-se a relação entre rendimento e variáveis associadas ao ataque de lagartas, representadas por plantas desfolhadas (DESF) e Escala Davis (DAVIS). O segundo par canônico apresentou forte correlação ($r = 0,942$), mas também sem significância estatística ($p = 0,119$). Esse alto valor de r indica um padrão consistente de covariação entre os grupos, especialmente considerando o alinhamento negativo de DESF e DAVIS com o rendimento. Isso sugere que a intensidade da desfolha e o avanço da senescência induzida por lagartas estão negativamente associados ao desempenho produtivo do milho.

Rendimento vs. Infestação por Cigarrinha (REN × CIG)

No terceiro cenário (Figuras 5C), a ACC revelou correlação moderada ($r = 0,522$; $p = 0,29$) no primeiro par entre os componentes de rendimento e as variáveis associadas à infestação por cigarrinhas (CIP e RAFI). Observou-se correlação negativa de PG e REN, sugerindo que altos níveis de cigarrinha ou infecção por raiado fino podem comprometer diretamente a produtividade. A variável CIP apresentou correlação positiva com o construto CIG, evidenciando a importância da presença do inseto vetor como indicador de estresse produtivo.

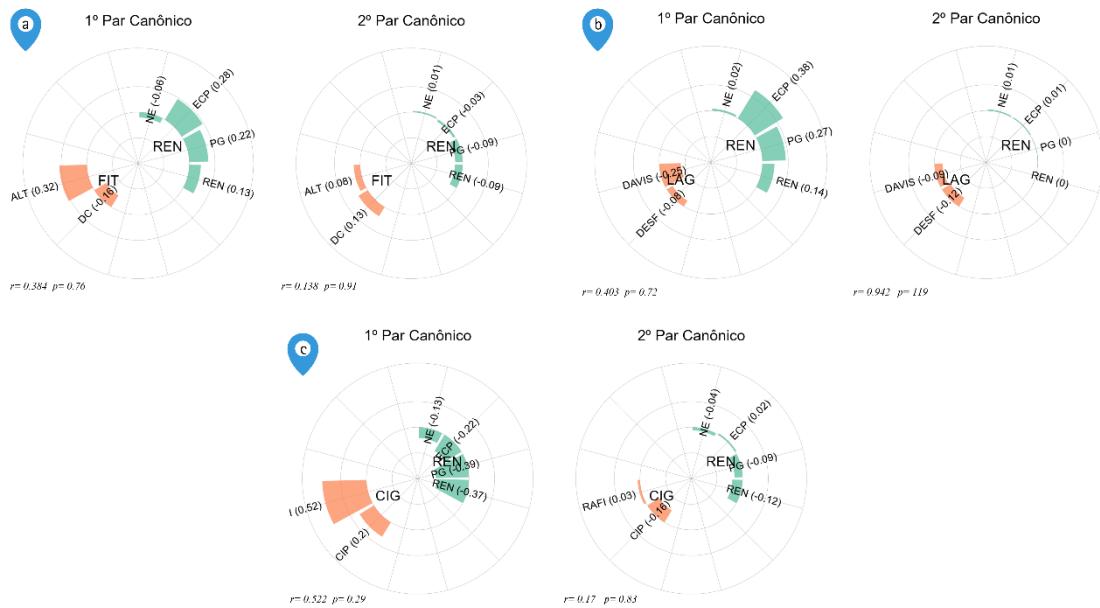


Figura 5. Análise de Correlação Canônica entre Características Morfofisiológicas e Componentes de Rendimento.

Com base na matriz de Z-scores, observou-se que o tratamento 1x_CB se destacou positivamente para variáveis como REN (rendimento; $Z = 2,14$), PG (peso de grãos; $Z = 1,85$) e ALT (altura de plantas; $Z = 0,69$), ao passo que apresentou valores negativos acentuados em NE, DC, DESF, e CIP, indicando desempenho inferior nessas características. Essa combinação de valores extremos, tanto positivos quanto negativos, justifica a elevada conectividade do tratamento 1x_CB no grafo bipartido, o que resultou em sua posição de destaque no topo do layout tipo “árvore”.

O tratamento 2x_SB também apresentou respostas superiores para múltiplas variáveis, como NE ($Z = 1,36$), ECP (1,53), DESF (1,60) e CIP (2,19), embora com desempenho negativo para DC e REN. Essa combinação evidencia um perfil agronômico distinto e equilibrado entre características produtivas e morfofisiológicas.

Por outro lado, o tratamento CHK apresentou Z-scores positivos relevantes em CIP (2,19) e RAFI (2,15), mas desempenho abaixo da média para variáveis como ECP, PG e ALT, indicando resposta limitada em produtividade e crescimento. Tratamentos com valores próximos de zero em várias variáveis, como 1x_SB e SYNG_FULL, apresentaram perfil mais equilibrado, sem grandes desvios positivos ou negativos. Isso pode refletir estabilidade, mas também ausência de destaque.

A análise por Z-score, associada à representação gráfica em rede, permite identificar quais tratamentos mais se distanciam do padrão geral, tanto de forma positiva quanto negativa, sendo útil para tomada de decisão em seleção de tratamentos promissores em contextos multivariados (Figura 6).

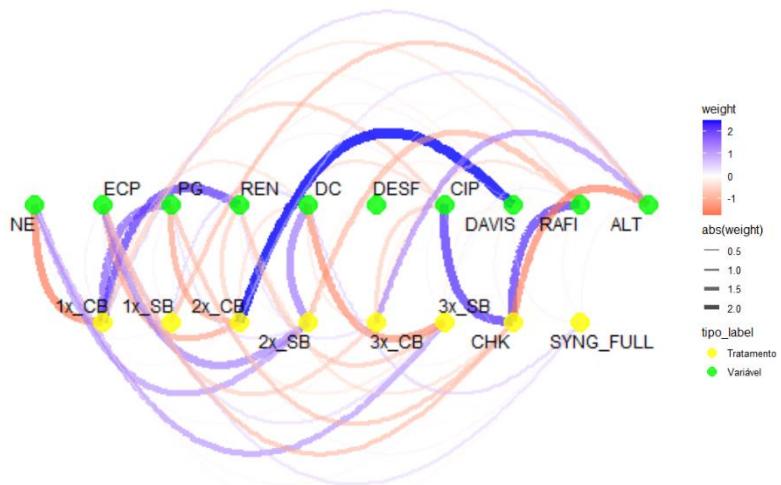


Figura 6. Rede bipartida ponderada entre tratamentos e variáveis com base nos valores padronizados (Z-score).

Os resultados obtidos no presente estudo demonstram de forma clara a eficiência do uso integrado de inseticidas químicos e indutores de resistência no manejo da cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) na cultura do milho-doce. A significativa redução da população de cigarrinhas nas parcelas tratadas com Verdavis®, especialmente em combinação com o indutor de resistência Bion® 50 WG, é um indicativo de sinergismo positivo entre o controle químico e a ativação dos mecanismos de defesa da planta hospedeira.

O controle eficaz de *D. maidis* é essencial para reduzir a incidência de fitopatógenos como *Spiroplasma kunkelii* (enfezamento pálido), *Maize bushy stunt phytoplasma* (enfezamento vermelho) e o vírus da risca (*Maize rayado fino virus*), que são transmitidos de maneira persistente pelo inseto (Pérez-López et al., 2018; Oliveira et al., 2003). Estudos anteriores já haviam relatado perdas superiores a 70% na produção de milho-grão em cultivares suscetíveis sob alta pressão de enfezamentos (Lima et al., 2020), sendo razoável inferir que o milho-doce, com menor variabilidade genética para resistência, apresenta ainda maior vulnerabilidade.

No presente trabalho, a incidência de sintomas de Rayado fino nas parcelas com controle deficiente ultrapassou 45%, enquanto nos tratamentos com Bion® e Verdavis® essa incidência foi inferior a 10%. Esses dados corroboram os achados de Souza et al. (2019), que observaram redução expressiva nos sintomas de molicutes em milho híbrido após aplicação foliar de acibenzolar-S-metil, com ativação da resistência sistêmica adquirida (SAR). O Bion®, ao mimetizar sinais de patógenos, desencadeia a produção de fitoalexinas, proteínas de defesa e reforço da parede celular, dificultando a colonização por patógenos (Sticher et al., 1997; Walters et al., 2005).

Adicionalmente, a melhora observada nos parâmetros agronômicos – como altura de plantas, número de espigas comerciais, produtividade com e sem palha e rendimento de grãos – indica que a supressão do estresse biótico permite maior expressão do potencial genético do híbrido GSS0227. Segundo Ferreira et al. (2021), a presença de patógenos sistêmicos em plantas de milho pode comprometer o crescimento vegetativo, reduzir o acúmulo de matéria seca e prejudicar a formação de estruturas reprodutivas, como as espigas.

É importante destacar que o uso recorrente de produtos de mesmo grupo químico tem promovido a seleção de populações resistentes, conforme reportado por Bass et al. (2015). Nesse contexto, o presente estudo reforça a importância da rotação e da combinação de inseticidas com diferentes mecanismos de ação, bem como da adoção de estratégias complementares como o uso de indutores de resistência.

A literatura ainda é escassa sobre o uso de Bion® em milho-doce, mas há evidências em outras culturas de que sua aplicação contribui para o controle indireto de doenças ao modular as vias hormonais relacionadas à resistência vegetal (Klessig et al., 2018). Os efeitos positivos na produtividade e na sanidade das espigas observados neste trabalho corroboram essa hipótese e sugerem a necessidade de mais estudos com enfoque em bioativadores e defensivos biorracionais na cultura do milho-doce.

Portanto, os resultados aqui apresentados demonstram que a associação entre inseticidas modernos e o indutor acibenzolar-S-metil não apenas melhora o controle de vetores como também promove benefícios indiretos à produtividade da cultura, reforçando a importância do manejo integrado de pragas (MIP) com abordagem multitécnica e sustentável.

CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que o manejo integrado utilizando o inseticida Verdavis® associado ao indutor de resistência Bion® 50 WG é altamente eficaz no controle da cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) e na mitigação dos danos causados por fitopatógenos como os enfezamentos e o vírus da risca, na cultura do milho-doce.

Os tratamentos com essa associação reduziram significativamente a população de cigarrinhas e a incidência de sintomas de Rayado fino, promoveram maior vigor vegetativo (altura das plantas), aumentaram a proporção de espigas comerciais e elevaram a produtividade de espigas com palha e de grãos. Esses efeitos positivos refletem o sinergismo entre o controle químico eficaz e a ativação da resistência sistêmica adquirida nas plantas.

Além disso, a adoção de produtos com diferentes modos de ação contribuiu para o manejo sustentável das pragas, reduzindo a pressão de seleção por resistência e promovendo maior segurança fitossanitária. Os dados obtidos confirmam que estratégias baseadas na combinação de tecnologias (defensivos, bioestimulantes e boas práticas agrícolas) são essenciais para elevar o desempenho agronômico da cultura do milho-doce sob condições tropicais.

Recomenda-se, portanto, a ampliação de estudos sobre o uso de indutores de resistência em sistemas hortícolas comerciais, especialmente em culturas suscetíveis como o milho-doce, bem como a incorporação dessas ferramentas em programas oficiais de manejo integrado de pragas (MIP).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bass, C., Denholm, I., Williamson, M. S., & Nauen, R. (2015). The global status of insect resistance to neonicotinoid insecticides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121, 78–87.
- Ferreira, M. P., Oliveira, C. M., Goulart, R. M., & Moreira, M. F. (2021). Impacto dos enfezamentos na produtividade de cultivares de milho em diferentes épocas de plantio. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 20(1), 1–13.
- Klessig, D. F., Tian, M., & Choi, H. W. (2018). Multiple targets of salicylic acid and its derivatives in plants and animals. *Frontiers in Immunology*, 9, 19.
- Lima, L. A., Costa, R. V., & Silva, D. D. (2020). Estratégias de manejo dos enfezamentos do milho no Brasil. *Embrapa Milho e Sorgo - Documentos*, 226.
- Oliveira, E., Oliveira, C. M., & Frizzas, M. R. (2003). Enfezamentos do milho no Brasil e o complexo de cigarrinhas vetoras. *Embrapa Milho e Sorgo - Circular Técnica*, 40.
- Pérez-López, E., Luna-Rodríguez, M., & Becerra-Flora, A. (2018). Overview of maize viruses in Latin America. *Tropical Plant Pathology*, 43(3), 209–219.
- Silva, A. A., Batista, T. D., Pereira, R. S., & Morais, R. L. (2022). Controle químico de pragas do milho com enfoque em inseticidas de choque e sistêmicos. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 52, e70501.
- Souza, L. B., Galli, J. A., & Dias, M. M. (2019). Efeito de indutores de resistência na supressão de molicutes em milho. *Revista Ceres*, 66(1), 30–36.
- Sticher, L., Mauch-Mani, B., & Métraux, J. P. (1997). Systemic acquired resistance. *Annual Review of Phytopathology*, 35, 235–270.
- Walters, D. R., Ratsep, J., & Havis, N. D. (2013). Controlling crop diseases using induced resistance: challenges for the future. *Journal of Experimental Botany*, 64(5), 1263–1280.