

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA¹
GOIANO –CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS – AGRONOMIA

DESEMPENHO AGRONÔMICO E FISIOLÓGICO DE
FEIJÃO-COMUM SOB INFLUÊNCIA DE BIOESTIMULANTES E
FATORES AMBIENTAIS NO CERRADO

Autor: MSc. Mariano Pereira Noletto
Orientador: Prof. DSc. Aurélio Rubio Neto
Coorientadores: Prof. DSc. Danilo Nogueira dos Anjos

Rio Verde – GO maio – 2025

DESEMPENHO AGRONÔMICO E FISIOLÓGICO DE
FEIJÃO-COMUM SOB INFLUÊNCIA DE BIOESTIMULANTES E
FATORES AMBIENTAIS NO CERRADO

Autor: Me. Mariano Pereira Noleto
Orientador: Prof. DSc. Aurélio Rubio Neto
Coorientadore: Prof. DSc. Danilo Nogueira dos Anjos

Tese apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de DOUTOR EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS- AGRONOMIA, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias-Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Área de concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado. Linha de Pesquisa: Fisiologia, bioquímica e pós-colheita de produtos vegetais.

Ficha Catalográfica

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

N791	Pereira Noleto, Mariano DESEMPENHO AGRONÔMICO E FISIOLÓGICO DE FEIJÃO-COMUM SOB INFLUÊNCIA DE BIOESTIMULANTES E FATORES AMBIENTAIS NO CERRADO / Mariano Pereira Noleto. Rio Verde 2025. 1f. il. Orientador: Prof. Dr. Aurélio Rubio Neto. Tese (Doutor) - Instituto Federal Goiano, curso de 0232014 - Doutorado em Ciências Agrárias - Agronomia - Rio Verde (Campus Rio Verde). 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 ressarcimento 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

- | | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Mariano Pereira Noleto

Matrícula:

2021102320140205

Título do trabalho:

DESEMPENHO AGRÔNOMICO E FISIOLÓGICO DE FEIJÃO-COMUM SOB INFLUÊNCIA DE BIOESTIMULANTE E FATORES AMBIENTAIS NO CERRADO

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 13 /08 /2025

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 incluídos 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.

Rio Verde - GO

13 /08 /2025

Documento assinado digitalmente
 **MARIANO PEREIRA NOLETO**
Data: 23/09/2025 09:49:06-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Local

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Documento assinado digitalmente
 **AURELIO RUBIO NETO**
Data: 16/09/2025 16:39:37-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

ATA DE APROVAÇÃO



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 23/2025 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE FEIJÃO-COMUM SOB INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS E USO DE BIOESTIMULANTES NO CERRADO

Autor: Mariano Pereira Noletto

Orientador: Dr. Aurélio Rubio Neto

TITULAÇÃO: Doutorado em Ciências Agrárias - Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em 2 de junho de 2025.

Prof. Dr. Aurélio Rubio Neto (Presidente)

Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares (Avaliador interno)

Prof. Dr. Sihélio Júlio Silva Cruz (Avaliador externo)

Prof. Dr. Danilo Nogueira dos Anjos (Avaliador externo)

Prof. Dr. José Antônio do Vale Santana (Avaliador externo)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Aurelio Rubio Neto, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 02/06/2025 16:32:02.
- **Frederico Antonio Loureiro Soares, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 02/06/2025 17:18:36.
- **Sihelio Julio Silva Cruz, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 04/06/2025 14:03:47.
- **Jose Antonio do Vale Santana , Jose Antonio do Vale Santana - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (1)**, em 12/06/2025 16:18:15.
- **Danilo Nogueira dos Anjos, Danilo Nogueira dos Anjos - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (1)**, em 15/07/2025 22:38:13.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 21/05/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 709152
Código de Autenticação: 89cae30ba6



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3624-1000

DEDICATÓRIA

Dedico à minha mãe, *Maria das Graças Santos Barros*, pelo amor incondicional que sempre me fortaleceu; ao meu irmão e demais familiares, pelo apoio constante e por me incentivarem a nunca desistir; e aos amigos, pela presença, carinho e incentivo ao longo dessa jornada.

Ofereço este trabalho ao meu orientador, *Prof. Dr. Aurélio Rubio Neto*, pela orientação dedicada, paciência e confiança em minha trajetória.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela vida imposta a mim e força para superar os desafios.

A minha mãe Maria de Graças Santos Barros, pela dedicação, carinho, incentivo e inspiração.

Aos meus familiares e amigos, pelo companheirismo, apoio, paciência, dedicação, cuidados, por acreditarem e me fazer acreditar que sou capaz.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde; Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias – Agronomia e ao Instituto Federal de Mato Grosso pela oportunidade de qualificação profissional e crescimento pessoal.

Ao meu orientador Prof. Aurélio Rubio Neto, pela confiança, ensinamentos, contribuições durante todo doutorado, pelo espaço cedido, apoio material e de equipamentos para a execução deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Mariano Pereira Noletto, filho de Maria da Graça Santos Barros, nasceu em 28 de abril de 1992, na cidade de Luciara, estado de Mato Grosso. Iniciou sua graduação em Agronomia em fevereiro de 2012, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – Campus Confresa, concluindo o curso em maio de 2018. Em março de 2019, ingressou no Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), sob orientação do Prof. Dr. José Ângelo Nogueira do Nascimento, obtendo o título de mestre em abril de 2021. No mesmo ano, em maio de 2021, iniciou o Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia, do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, sob a orientação do Prof. Dr. Aurélio Rubio Neto. Atuou como professor substituto no curso de graduação Tecnólogo em Agropecuária da UNEMAT, durante o segundo semestre de 2023. Em 2025, foi aprovado em concurso público para o cargo de Especialista em Indigenismo – Nível Superior, na função de Engenheiro Agrônomo.

ÍNDICE GERAL

RESUMO GERAL.....	13
GENERAL ABSTRACT.....	15
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	16
1.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18
2. OBJETIVOS.....	21
3 CAPÍTULO I DESEMPENHO AGRONÔMICO DE FEIJÃO-COMUM EM DIFERENTES AMBIENTES DO MATO GROSSO.....	22
3.1 INTRODUÇÃO.....	24
3.2 METODOLOGIA.....	25
3.2.1 Informações gerais.....	25
3.2.3 delineamento experimental.....	26
3.2.3 Análises Biométricas e estatística.....	28
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
3.4 CONCLUSÕES.....	35
3.5 REFERÊNCIAS.....	35
4. CAPÍTULO II DESEMPENHO PRODUTIVO E FISIOLÓGICO DE FEIJÃO-COMUM SOB DIFERENTES DOSES DE BIOESTIMULANTE NO IPORÁ-GO.....	38
4.1 INTRODUÇÃO.....	40
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	41
4.2.1 Informações gerais.....	41
4.2.2 Delineamento experimental.....	41
4.2.3 Análises biométricas e fisiológicas.....	42
4.2.4 Análises Estatísticas.....	43
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.3.1 Leituras do índice SPAD (Soil Plant Analysis Development).....	43
4.3.2 Produtividade e seus componentes.....	46
4.3.3 Qualidade de sementes.....	49
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
4.5 REFERÊNCIAS.....	52
5 CONCLUSÃO GERAL.....	55

ÍNDICE DE TABELAS

Capítulo I DESEMPENHO AGRONÔMICO DE FEIJÃO-COMUM EM DIFERENTES AMBIENTES EM MATO GROSSO

Tabela 1. Genótipos de feijão-comum avaliando em diferentes ambientes em Mato Grosso.....26

Tabela 2. Resultados de análises físico-químicas dos solos dos ambientes Confresa Canarana e sorriso.....27

Tabela 3. Resumo de ANOVA de análise conjunta dos experimentos, com 12 genótipos em três ambientes Confresa, Canarana e Sorriso, plantio sequeiro 2023.....29

Tabela 4. Teste de agrupamento de médias Scott-Knott ($p < 0,05$) Massa média de 100 grãos (g) de 12 genótipos de feijão-comum, cultivados em plantio sequeiro em Confresa, Canarana e Sorriso.....30

Tabela 5. Teste de agrupamento de médias Scott-Knott ($p < 0,05$) Número médio de grãos por vagens 12 genótipos de feijão-comum, cultivados em plantio sequeiro em Confresa, Canarana e Sorriso..... 31

Tabela 6. Teste de agrupamento de médias Scott-Knott ($p < 0,05$) de Produtividade (kg ha^{-1}) de 12 genótipos de feijão de feijão-comum, cultivados em plantio sequeiro em Confresa, Canarana e Sorriso.....32

Capítulo II DESEMPENHO PRODUTIVO E FISIOLÓGICO DE FEIJÃO-COMUM SOB DIFERENTES DOSES DE BIOESTIMULANTE NO IPORÁ-GO

ÍNDICE DE FIGURA

Capítulo I DESEMPENHO AGRONÔMICO DE FEIJÃO-COMUM EM DIFERENTES AMBIENTES EM MATO GROSSO

Figura 1. Mapa de Mato Grosso com os ambientes avaliados em destaque.....26

Capítulo II DESEMPENHO PRODUTIVO E FISIOLÓGICO DE FEIJÃO-COMUM SOB DIFERENTES DOSES DE BIOESTIMULANTE NO IPORÁ-GO

1) Fig. Índice SPAD (Soil Plant Analysis Development) (1, 7 e 14 DAA -Dias Após a aplicação) em cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) (BRS Estilo e BRS Esplendor) em diferentes doses de Speed Advantage® (mL. ha⁻¹).....44

2) Fig. Número de vagens por planta (A) e Massa média 1000 (B) e produtividade de grãos C) para duas cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) (BRS Estilo e BRS Esplendor) com diferentes doses de Speed Advantage®46

3) Fig. Relação entre a variável Speed Advantage® (mL.ha⁻¹) Índice de Velocidade de Emergência e % de Germinação, Comprimento de Plântulas, duas cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) (BRS Estilo e BRS Esplendor).....49

RESUMO GERAL

NOLETO, MARIANO PEREIRA. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus IPORÁ-GO – GO, maio de 2025. **Desempenho agrônomo e fisiológico de Feijão-Comum sob Influência de Bioestimulantes e Fatores Ambientais no Cerrado.** Orientador: Professor DSc. Aurélio Rubio Neto. Coorientadores: Professor DSc. Danilo Nogueira dos Anjos

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa de ampla distribuição e elevada importância econômica e social, especialmente em países em desenvolvimento da América Latina, África e Ásia. No Brasil, a cultura é fundamental para a segurança alimentar e para a geração de renda de pequenos e médios produtores. No contexto de busca por maior eficiência produtiva e sustentabilidade agrícola, esta tese teve como objetivo geral avaliar o desempenho agrônomo e fisiológico de genótipos de feijão-comum sob diferentes condições ambientais e sob a influência de bioestimulantes, com foco em regiões representativas do Cerrado brasileiro. O trabalho foi estruturado em dois estudos complementares. O primeiro avaliou a interação genótipo \times ambiente (G \times A) de doze materiais genéticos — sendo sete linhagens provenientes do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e cinco cultivares fornecidas pela Associação dos Produtores de Feijão, Pulses, Grãos Especiais e Irrigantes de Mato Grosso (APROFIR). Os ensaios foram conduzidos em três ambientes distintos do estado de Mato Grosso: Confresa, Canarana e Sorriso, utilizando delineamento em blocos casualizados com três repetições. Foram avaliados atributos agrônomo como produtividade, massa de 100 grãos, número médio de grãos por vagem e número de vagens por planta. Os genótipos G5 (IAC 1849), G8 (CNFP 10798), G9 (VP 34) e G10 (CPFP 11990) apresentaram superioridade em produtividade e estabilidade, sendo Canarana o ambiente mais favorável, seguido de Confresa, enquanto Sorriso apresentou o menor desempenho geral. O segundo estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes doses do bioestimulante comercial Speed Advantage® sobre duas cultivares de feijão-comum (BRS Estilo e BRS Esplendor), cultivadas nas condições edafoclimáticas de Iporá-GO– GO. O experimento foi conduzido em delineamento fatorial 2 \times 6 (duas cultivares \times seis doses: 0, 150, 300, 450, 600 e 750 mL ha⁻¹) com quatro repetições, em blocos casualizados. Foram avaliadas variáveis fisiológicas (índice SPAD aos 1, 7 e 14 dias após a aplicação), parâmetros de produção (produtividade, número de vagens por planta, massa de mil grãos) e atributos de qualidade de sementes (germinação, emergência, comprimento e massa seca de plântulas). Observou-se que o bioestimulante promoveu respostas positivas na maioria das variáveis analisadas, especialmente quando aplicado na faixa de 380 a 500 mL ha⁻¹, com ganhos fisiológicos expressivos e incremento na produtividade e na qualidade fisiológica das sementes. Os dados desta tese demonstram que o desempenho do feijão-comum no Cerrado brasileiro pode ser significativamente melhorado tanto por meio da seleção de genótipos adaptados aos diferentes ambientes quanto pela utilização estratégica de bioestimulantes. Tais práticas podem contribuir para a maior estabilidade

produtiva, sustentabilidade do cultivo e eficiência do sistema agrícola, consolidando o feijão-comum como uma cultura viável e competitiva frente aos desafios agronômicos da região.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L.; interação genótipo × ambiente; bioestimulante; Cerrado; fisiologia vegetal; produtividade agrícola; sustentabilidade.

GENERAL ABSTRACT

NOLETO, MARIANO PEREIRA. Federal Institute of Education, Science and Technology of Goiás – Iporá Campus, May 2025. **Agronomic and Physiological Performance of Common Bean under the Influence of Biostimulants and Environmental Factors in the Cerrado.**

Advisor: Professor Dr. Aurélio Rubio Neto. Co-advisors: Professor Dr Danilo Nogueira dos Anjos

Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a legume with wide distribution and high economic and social importance, especially in developing countries across Latin America, Africa, and Asia. In Brazil, it is a staple crop essential for food security and income generation among small and medium-scale farmers. In the pursuit of higher productive efficiency and agricultural sustainability, this thesis aimed to evaluate the agronomic and physiological performance of common bean genotypes under different environmental conditions and the influence of biostimulants, focusing on representative regions of the Brazilian Cerrado. The research was structured into two complementary studies. The first assessed the genotype \times environment (G \times E) interaction of twelve genetic materials—seven breeding lines from the Agronomic Institute of Campinas (IAC) and five cultivars provided by the Association of Bean, Pulses, Special Grains and Irrigated Crop Producers of Mato Grosso (APROFIR). Trials were conducted in three contrasting environments in the state of Mato Grosso: Confresa, Canarana, and Sorriso, using a randomized block design with three replications. Agronomic traits evaluated included yield, 100-grain weight, average number of grains per pod, and number of pods per plant. Genotypes G5 (IAC 1849), G8 (CNFP 10798), G9 (VP 34), and G10 (CPFP 11990) showed superior performance and stability, with Canarana being the most favorable environment, followed by Confresa, while Sorriso presented the lowest overall performance. The second study evaluated the effects of different doses of the commercial biostimulant Speed Advantage® on two common bean cultivars (BRS Estilo and BRS Esplendor) under the edaphoclimatic conditions of Iporá, Goiás. The experiment followed a 2 \times 6 factorial scheme (two cultivars \times six doses: 0, 150, 300, 450, 600, and 750 mL ha⁻¹) in a randomized block design with four replications. Physiological variables (SPAD index at 1, 7, and 14 days after application), yield components (productivity, number of pods per plant, 1000-grain weight), and seed quality parameters (germination, emergence, seedling length, and dry mass) were measured. The biostimulant positively influenced most evaluated traits, particularly at doses between 380 and 500 mL ha⁻¹, promoting significant physiological benefits and increasing both yield and seed physiological quality. The findings of this thesis demonstrate that the performance of common bean in the Brazilian Cerrado can be significantly enhanced through the selection of genotypes adapted to specific environments and the strategic application of biostimulants. These practices contribute to greater yield stability, sustainable cultivation, and improved efficiency of agricultural systems, positioning common bean as a viable and competitive crop in the face of agronomic challenges in the region.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L.; genotype \times environment interaction; biostimulant; Cerrado; plant physiology; agricultural productivity; sustainability.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) pertence ao reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae e gênero Phaseolus. (Carneiro, et al., 2015). amplamente cultivado em regiões de clima temperado e semi-tropical, inclui diversas variedades, como o feijão preto, feijão marinho, feijão carioca e feijão do norte. (Bai, et, al. 2023). O feijão-comum é um alimento de relevância mundial, presente em praticamente todas as tradições culinárias ao redor do globo (Amin & Borchgrevink, 2022). Ele desempenha um papel fundamental na dieta da América Latina, região considerada o centro de origem das espécies do gênero *Phaseolus*. Países como México, América Central e Brasil estão entre os maiores consumidores dessa leguminosa na região, além das Américas a feijão desempenham um papel muito importante na segurança alimentar de países populosos e em desenvolvimento do continente Asiático (Ren et al. 2021; Castiano et al., 2023).

Destaca-se por seu perfil nutricional notável, apresentando altos teores de proteínas (variando entre 22,06% e 32,63%), fibras (de 29,32% a 46,77%), carboidratos na forma de amido (entre 9,16% e 18,09%) e lipídios (de 1,05% a 2,83%). Além disso, é uma fonte rica de minerais e compostos com propriedades antimutagênicas e antioxidantes, bem como de vitaminas essenciais como tiamina, vitamina B6 e ácido fólico (Corzo-Ríos et al., 2020). Além de compostos fitoquímicos. Entre os fitoquímicos presentes no feijão estão compostos fenólicos, fitoesteróis e oligossacarídeos, que possuem propriedades bioativas com efeitos benéficos à saúde, como ação antioxidante, redução do colesterol, potencial anticancerígeno, além de efeitos antidiabéticos e anti-inflamatórios. (Bai, et, al. 2023).

A Região Centro-Oeste do Brasil destaca-se no cenário nacional pela produtividade de grãos. Além disso, é uma das regiões que mais produz feijão, com uma produção de 658 mil toneladas na safra de 2023/2024. Nessa região, o maior produtor de feijão é o estado do Mato Grosso, com uma produção de 332 mil toneladas, 8,1% maior que na safra anterior. Em seguida, vem o estado de Goiás, com 274 mil toneladas, 8,2% acima da safra anterior. Além disso, o estado de Goiás, mesmo com a redução na área plantada, obteve uma safra superior à anterior. Isso se deve à sua produtividade média por hectare, de 2.577 kg ha⁻¹, o que corresponde a 55,5% a mais que a média nacional, que é de 1.138 kg ha⁻¹ (CONAB, 2024).

Na região Centro-Oeste, há uma predominância do bioma Cerrado. Por muito tempo, esse ambiente foi considerado impróprio para a agricultura. No entanto, com o avanço da tecnologia de produção, tornou-se possível o aproveitamento sustentável do bioma. A adoção

de práticas agrícolas modernas, como a rotação de culturas, o plantio direto, a correção do solo, uso de agroquímicos e bioestimulantes e o uso de cultivares adaptadas às condições do Cerrado, permitiu a expansão da produção agrícola. Como resultado, o Centro-Oeste se destaca atualmente como uma das regiões de maior produtividade de grãos no país (Bolfe, et al, 2020).

Para a recomendação de cultivares mais adaptadas a cada ambiente, é necessário considerar diversos fatores genéticos e ambientais. Nesse contexto, o conhecimento da interação entre genótipos e ambiente torna-se uma etapa fundamental no processo de lançamento e recomendação de novas cultivares. (Borém et al., 2021).

O melhoramento genético acompanha diversos parâmetros que se manifestam no fenótipo, representado pela equação $F = G + A + G \times A$, em que F corresponde ao fenótipo, G ao genótipo, A ao ambiente, e $G \times A$ à interação entre genótipo e ambiente. Em um ambiente específico, o fenótipo é resultado da expressão genética influenciada pelas condições ambientais. No entanto, quando os testes são realizados em múltiplos ambientes, além dos efeitos genético e ambiental, surge também o efeito da interação entre ambos. Por isso, avaliar os materiais genéticos em diferentes locais ou épocas é essencial, já que a existência da interação $G \times A$ pode fazer com que um genótipo considerado superior em uma condição específica não tenha o mesmo desempenho em outra (Carvalho, et al 2017).

Bioestimulantes são substâncias ou microrganismos que contribuem para melhorar a eficiência nutricional das plantas, aumentar a tolerância a estresses ambientais e favorecer o desenvolvimento das culturas, independentemente de seu valor nutricional. Esses produtos são derivados de diversos materiais orgânicos e se destacam por promover uma agricultura mais sustentável e com menor impacto ambiental (Stadnik et al., 2017, Nardi et al., 2016; Silva, et al. 2023).

Observa-se que o uso de bioestimulantes nas plantas favorece uma maior absorção e aproveitamento de nutrientes pelos tecidos vegetais, promovendo alterações metabólicas positivas. Com isso, o estudo e desenvolvimento desses produtos passaram a despertar crescente interesse na comunidade científica (Nardi et al., 2016).

O tratamento de sementes com bioestimulantes tem recebido atenção crescente, pois contribui para melhorar a qualidade fisiológica das sementes, estimulando o crescimento, aumentando a tolerância ao estresse e o vigor das plantas (Cerveira, et al., 2025; Du Jardin, 2015).

O uso de tecnologias alternativas, como reguladores vegetais e bioestimulantes, pode favorecer a formação e o desenvolvimento do sistema radicular, expressando o potencial

genético das sementes, que são essenciais para a produtividade das plantas (Paula et al., 2013).

A análise da qualidade das sementes em ambiente laboratorial é fundamental para estimar seu desempenho durante a fase de emergência no campo. Sementes com elevada qualidade tendem a originar plântulas mais vigorosas, favorecendo o fechamento rápido das entrelinhas e contribuindo, de forma indireta, para a supressão de plantas daninhas. Em contraste, sementes com baixo vigor originam plântulas debilitadas, que resultam em plantas com menor capacidade produtiva (Krzyzanowski et al., 2020).

Diante da demanda por sistemas agrícolas mais sustentáveis, que favoreçam o aumento da produção, diversas alternativas de manejo estão sendo investigadas como substitutas ao modelo convencional atualmente utilizado. Essas alternativas buscam melhorar a uniformidade e a velocidade da germinação, sendo especialmente relevantes para os agricultores familiares (Barbosa, 2018).

1.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIN, S.; BORCHGREVINK, C. Uma perspectiva de culinologia ® de feijões secos e outras leguminosas. In: *Feijões secos e leguminosas*. 2. ed. John Wiley & Sons Ltd, 2022. p. 453–480.

BAI, Q. et al. Influência dos métodos de processamento na composição fitoquímica de diferentes variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris*). *Food Reviews International*, v. 40, n. 7, p. 1941–1979, 2023.

BARBOSA, S. J. C. Utilização de biofertilizante bovino líquido em cultivo de alface crespa (cv. Vanda). 2018. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal de São Carlos, Araras, SP, 2018.

BOLFE, É. L.; SANTOS, E. E.; CAMPOS OS, S. K. (eds.). *Dinâmica agrícola no Cerrado: análises e projeções*. Brasília, DF: Embrapa, 2020. v. 1.

BORÉM, A. M.; FRITSCHÉ-NETO, R. *Melhoramento de plantas*. 8. ed. Lavras, MG: Oficina de Textos, 2021. 384 p. ISBN 978-65-86235-25-8.

CARNEIRO, J. E.; PAULA JÚNIOR, T.; BORÉM, A. *Feijão do plantio à colheita*. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. 384 p.

CARVALHO, L. C. B. et al. Genotype x environment interaction in cowpea by mixed models. *Revista Ciência Agronômica*, v. 48, n. 5, p. 872–878, 2017.

CERVEIRA, R.; POMPEU, G. B.; CUNHA, C. F. Percepção sobre adoção de tecnologia dos bioinsumos dos produtores rurais de grãos da região do Cerrado Brasileiro. *Revista Delos*, v. 18, n. 63, p. e3546, 2025.

CONAB. 12º levantamento – Safra 2023/24. Disponível em:

<https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos>.

Acesso em: 23 abr. 2025.

CORZO-RÍOS, L. J. et al. Effect of cooking on nutritional and non-nutritional compounds in two species of *Phaseolus* (*P. vulgaris* and *P. coccineus*) cultivated in Mexico. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, v. 20, p. 100206, 2020.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, v. 196, p. 3–14, 2015.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B.; MARCOS-FILHO, J. (ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 2020. 601 p. ISBN 978-65-992000-0-7.

NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; SCHIAVON, M.; ERTANI, A. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. *Scientia Agricola*, v. 73, p. 18–23, 2016.

PAULA, A. C. et al. Efeito da concentração de urina de vaca como bioestimulante na germinação e vigor de sementes de milho branco. *Cadernos de Agroecologia*, v. 8, n. 2, p. 1–5, 2013.

REN, Y. et al. Uma revisão atual da estrutura, propriedades funcionais e aplicações industriais de amidos de leguminosas para utilização de valor agregado. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 20, n. 3, p. 3061–3092, 2021.

SILVA, J. H. B. et al. Uso de bioestimulantes na cultura do milho (*Zea mays* L.): uma revisão. *Scientific Electronic Archives*, v. 16, n. 5, p. 59–67, 2023.

SHUKLA, P. S.; MANTIN, E. G.; ADIL, M.; BAJPAI, S.; CRITCHLEY, A. T.; PRITHIVIRAJ, B. Ascophyllum nodosum-based biostimulants: sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance, and disease management. *Frontiers in Plant Science*, v. 10, p. 655, 2019.

STADNIK, M. J.; ASTOLFI, P.; FREITAS, M. B. Bioestimulantes: uma perspectiva global e desafios para a América Latina. In: *I Simpósio Latino-Americano sobre Bioestimulantes na Agricultura*, 2017.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o desempenho agronômico e fisiológico de genótipos de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) sob diferentes condições ambientais e sob a influência de bioestimulantes no Cerrado brasileiro, visando identificar estratégias que contribuam para o aumento da produtividade e sustentabilidade da cultura.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar a adaptação e o desempenho agronômico de diferentes genótipos de feijão-comum em três ambientes distintos do estado de Mato Grosso.

Analisar a interação genótipo × ambiente visando à identificação de materiais com maior estabilidade e adaptabilidade.

Verificar os efeitos de diferentes doses do bioestimulante comercial Speed Advantage® sobre variáveis fisiológicas, produtivas e de qualidade de sementes em duas cultivares de feijão-comum.

Identificar a faixa de dose do bioestimulante que maximize o desempenho fisiológico e produtivo da cultura nas condições edafoclimáticas de Iporá – GO.

3 CAPÍTULO I
DESEMPENHO AGRONÔMICO DE FEIJÃO-COMUM EM DIFERENTES AMBIENTES
NO MATO GROSSO
(formatado para revista Observatório Latino Americano)

RESUMO

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura de grande importância social e econômica, especialmente em países em desenvolvimento da África, Ásia e América Latina. O Brasil é um dos principais produtores mundiais de feijão-comum. Objetivou-se com este trabalho fornecer informações sobre a adaptação, interação genótipo x ambiente e desempenho agrônomico de genótipos de feijão-comum em diferentes ambientes de Mato Grosso. Os experimentos foram conduzidos em três ambientes: Confresa, Canarana e Sorriso. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições, sendo sete linhagens fornecidas pelo Instituto Agrônomico de Campinas-IAC, e 5 (cinco) cultivares fornecidas, pela Associação dos Produtores de Feijão, Pulses, Grãos Especiais e Irrigantes de Mato Grosso (APROFIR). Os genótipos Cultivar G5 (IAC 1849), linhagens G8 (CNFP 10798), G9 (VP 34) e G10 (CPFP 11990) atingiram as maiores médias de produtividades nos ambientes avaliados, aliado ao desempenho de massa média de 100 grãos, número médio de grãos por vagens, indicou seu potencial de valor e uso de cultivo, o ambiente Canarana foi o ambiente com maiores médias seguido por Confresa, Sorriso no qual as cultivares demonstraram menores médias

Palavras Chaves: Interação Genótipo x Ambiente, *Phaseolus vulgaris* L. Produtividade e Pulses

ABSTRACT

Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a crop of great social and economic importance, especially in developing countries in Africa, Asia, and Latin America. Brazil is one of the world's leading producers of common bean. The objective of this study was to provide information on the adaptation, genotype \times environment interaction, and agronomic performance of common bean genotypes in different environments of Mato Grosso. The experiments were conducted in three locations: Confresa, Canarana, and Sorriso. The experimental design was a randomized complete block design with three replications, including seven lines provided by the Agronomic Institute of Campinas (IAC) and five cultivars supplied by the Association of Bean, Pulses, Specialty Grains, and Irrigated Producers of Mato Grosso (APROFIR). The genotypes Cultivar G5 (IAC 1849), lines G8 (CNFP 10798), G9 (VP 34), and G10 (CPFP 11990) achieved the highest average productivities across the evaluated environments. When considering the performance of average 100-grain weight and the average number of grains per pod, these genotypes showed high potential for cultivation and use. Among the locations, Canarana presented the highest average values, followed by Confresa and Sorriso, where the cultivars exhibited the lowest averages.

Keywords: Genotype \times Environment Interaction, *Phaseolus vulgaris* L., Productivity e Pulses

Resumen

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo de gran importancia social y económica, especialmente en los países en desarrollo de África, Asia y América Latina. Brasil es uno de los principales productores mundiales de frijol común. El objetivo de este estudio fue proporcionar información sobre la adaptación, la interacción genotipo \times ambiente y el rendimiento agronómico de los genotipos de frijol común en diferentes ambientes de Mato Grosso. Los experimentos se realizaron en tres localidades: Confresa, Canarana y Sorriso. El diseño experimental fue en bloques completos al azar con tres repeticiones, incluyendo siete líneas proporcionadas por el Instituto Agronómico de Campinas (IAC) y cinco cultivares suministradas por la Asociación de Productores de Frijol, Legumbres, Granos Especiales y Cultivos Irrigados de Mato Grosso (APROFIR). Los genotipos Cultivar G5 (IAC 1849), líneas G8 (CNFP 10798), G9 (VP 34) y G10 (CPFP 11990) alcanzaron los mayores promedios de productividad en los ambientes evaluados. Al considerar el desempeño del peso promedio de 100 granos y el número promedio de granos por vaina, estos genotipos mostraron un alto potencial para el cultivo y su uso. Entre las localidades, Canarana presentó los valores promedio más altos, seguida de Confresa y Sorriso, donde las cultivares mostraron los promedios más bajos.

Palabras clave: Interacción Genotipo \times Ambiente, *Phaseolus vulgaris* L., Productividad, Pulsos.

3.1 INTRODUÇÃO

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura de extrema importância social e econômica, pois é uma fonte nutricional barata, fornecendo proteínas, vitaminas e minerais na alimentação de populações em muitos países, principalmente nos continentes africano, asiático e na América Latina (Castiano et al., 2023). Além disso, desempenha um papel essencial na sociedade e na economia brasileira, contribuindo significativamente para a segurança alimentar da população. Presente em praticamente todos os lares brasileiros, o feijão-comum é cultivado em diversas regiões do país por pequenos, médios e grandes produtores, que adotam diferentes sistemas de produção (Moreira et al., 2013).

Atualmente o feijão-comum é cultivado em praticamente todos os países, sendo os principais produtores, Índia, Brasil, Myanmar e China, estima-se que a produção mundial foi de 28 milhões de toneladas em 2021. Entre esses destaca-se o Brasil ocupando a segunda posição de maiores produtores de feijão-comum, (FAO, 2021). Na safra 2023/2024 o Brasil produziu aproximadamente 3 (três) milhões de toneladas de feijão, sendo que o estado de Mato Grosso, ocupa a quinta posição nacional de produção de feijão, com em área plantada com 183 mil ha⁻¹ com aumento de aproximadamente 19% em relação à safra anterior, produção de aproximadamente 332 mil toneladas, demonstrando importância de dessa cultura para o estado (CONAB, 2024).

A produção de feijão-comum em Mato Grosso enfrenta desafios relacionados às variações climáticas e às diferentes condições ambientais presentes em seu território. Essas diversas variações, afeta o cultivo do feijoeiro em função da interação genótipo ambiente, podem afetar o desempenho agrônomico da cultura, influenciando características como produtividade, tolerância a doenças, desenvolvimento vegetativo e qualidade dos grãos. (Hiolanda, et al.2018; Borém et al., 2021).

As características morfológicas do feijão e os componentes de produção são altamente influenciados pela variação do ambiente. Deste modo, a interação de genótipos com o ambiente, se torna um grande desafio para o melhoramento da cultura, por tornar o processo lento e oneroso, uma vez que é necessária à avaliação em diferentes ambientes (Coelho et al., 2023; Borém et al., 2021).

Quando os genótipos são submetidos a diferentes condições ambientais, é possível observar variações na classificação de desempenho de acordo com as características específicas de cada ambiente. Isso pode afetar os genótipos de diversas maneiras. Essa variação de desempenho entre os diferentes ambientes é conhecida como interação Genótipo e Ambiente (Asfaw et al., 2009; Borém et al., 2021). Quanto maior for a diferença entre os ambientes, maior será a possibilidade de ocorrer uma interação genótipo e ambientes (Ashango et al., 2016).

Nesse contexto, é essencial compreender como o feijão-comum comporta-se em diferentes ambientes em Mato Grosso, a fim de aperfeiçoar seu desempenho agrônomico e aprimorar as práticas de manejo utilizadas pelos agricultores. Além disso, o conhecimento sobre as adaptações dos genótipos e as melhores práticas de cultivo pode contribuir para aumentar a produtividade e a sustentabilidade da cultura, bem como para reduzir os riscos de perdas devido a condições adversas (Hiolanda, et al.2018; Noleto, et al., 2023).

Objetivou-se com esse artigo fornecer informações sobre, interação genótipo x ambiente e desempenho agrônomico de 12 genótipos de feijão-comum em diferentes ambientes de Mato Grosso, auxiliar na seleção dos genótipos mais adequados para cada ambiente de cultivo, visando à maximização da produtividade e aprimoramento da qualidade dos grãos.

3.2 METODOLOGIA

3.2.1 Informações gerais

As avaliações de desempenho de genótipos foram realizadas, em 3 (três), ambientes no Estado de Mato Grosso, Confresa, Canarana e Sorriso, em plantio em sistema sequeiro de

produção em período de safrinha ano de 2023, ao total foram avaliados 7 (sete) linhagens de feijão-comum fornecida pelos Instituto Agrônomo de Campinas-IAC, e 5 (cinco) cultivares fornecidas, pela Associação dos Produtores de Feijão, Pulses, Grãos Especiais e Irrigantes de Mato Grosso (APROFIR) (Tabela 1)

Tabela 1. Genótipos de feijão-comum avaliando em diferentes ambientes em Mato Grosso

Tratamento.	Genótipos	Cultivar/linhagens	Tipo de Grão
G1	CNFC10432	Linhagem	Carioca
G2	CNFC10720	Linhagem	Carioca
G3	VC17	Linhagem	Carioca
G4	VC26	Linhagem	Carioca
G5	IAC 1849	Cultivar	Carioca
G6	IAC 2051	Cultivar	Carioca
G7	IAC 1850	Cultivar	Preto
G8	CNFP 10798	Linhagens	Preto
G9	VP 34	Linhagem	Preto
G10	CPFP 11990	Linhagem	Preto
G11	IAC 2184	Cultivar	Branco
G12	BRS Radiante	Cultivar	Rajado

Fonte: autor

Os ambientes de estudos em Mato Grosso foram nos municípios de Confresa, Canarana e Sorriso, que estão representados na (Figura 1). De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima predominante nos ambientes em questão é o Aw, que é caracterizado como clima tropical, clima tropical de savana, estação chuvosa no verão de novembro a abril e estação seca no inverno de maio a outubro.

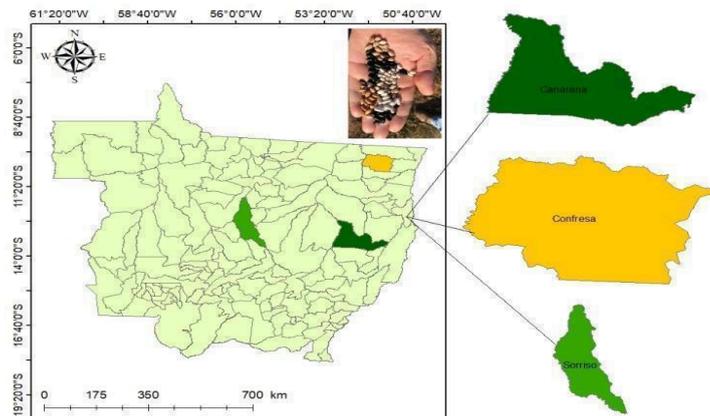


Figura 1. Mapa de Mato Grosso com os ambientes avaliados em destaque

Fonte: Autor

2.2.3 delineamento experimental

Os experimentos foram organizados em delineamento de blocos completos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial simples local x Genótipos, as parcelas foram 2

(duas) linhas de 4 (quatro) metros de comprimento, por 0,5 metro entre linhas, foram semeadas 12 sementes/m. As adubações foram realizadas considerando as características físico-químicas da camada superficial (0 a 0,20 m) (tabela 2).

Tabela 2. Resultados de análises físico-químicas dos solos dos ambientes Confresa Canarana e sorriso

Ambiente	pH CaCl ₂	M.O	Pmeh	S	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	H+Al	Al ⁺³	CTC	SB	V %
		g kg ⁻¹	----mg dm ⁻³ ----		-----cmol _c dm ⁻³ -----							
Confresa	4,1	15,2	5,6	9	0,27	0,18	0,04	3,0	0,31	3,5	0,5	14
Canarana	4,9	15,3	3,0	2	1,89	0,45	0,07	3,1	0,0	5,5	2,4	43
Sorriso	5,4	28,3	1,4	1,0	1,34	0,93	0,01	4,30	0,13	6,7	2,4	35
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila		Silte	Areia			
	-----mg dm ⁻³ -----					-----g kg ⁻³ -----						
Confresa	0,11	0,4	68	0,5	0,4	275	43	680				
Canarana	0,16	0,4	33	0,9	2,0	322	48	610				
Sorriso	0,16	0,5	127	8,5	1,00	428	104	468				

CTC: capacidade de troca de cátions; Pmeh: Fósforo disponível determinado pelo extrator Mehlich⁻¹; ^d M.O: matéria orgânica do solo; SB: Saturação por base = (Ca + Mg + K +) ; CTC: (capacidade de troca de cátions) (K⁺+Ca⁺²++Mg²⁺+H+Al); V% (saturação por bases do solo (relação SB/CTC x 100). Fonte: Autor

De acordo com a análise de solo e considerando a necessidade da cultura, foi aplicado plantio na linha de semeadura 120 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 30 de Kg ha⁻¹ de K₂O, em 30 dias após a emergência foi aplicado 30 de Kg ha⁻¹ de K₂O e 80 Kg ha⁻¹ de N, em cobertura (Sousa & Lobato, 2004). As fontes de NPK foram Ureia Agrícola, Cloreto de potássio e MAP. Controles de plantas invasoras foram realizadas com capina manual, o controle de praga com ênfase vaquinha (*Diabrotica speciosa*). Foram realizadas com aplicação de 125 mL ha⁻¹ do produto comercial ENGEO PLENO™ S. as colheitas foram realizadas com até 90 dias após a semeadora.

Em Sorriso, o experimento foi realizado na fazenda experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) localizada a Latitude: 12°32'40,17"S; Longitude: 55°43'24,29"W (altitude 365 m) Sorriso tendo como bioma predominante o cerrado. Semeadura foi realizada no dia 22 de fevereiro de 2023, em sistema de plantio direto. Os dados climatológicos foram extraído estação do (INMET, 2023), temperatura máximos médias 31,2°C mínima média 21,9°C, Precipitação acumulada: mês de fevereiro 91,6 mm, março 294,8, abril 99,4 mm e maio 0,2 mm, acumulado no período do experimento 486 mm.

Em Confresa, os experimentos foram realizados Unidade experimental-UEP no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), localizada a

Latitude: 10°39'30,9"S, Longitude: 51°33'15,3" W Altitude: 238 m, bioma de transição entre a floresta Amazônica e o cerrado, a semeadura foram realizadas 02 de novembro de 2022 épocas de safra e 11 de fevereiro de 2023 em sistema de plantio convencional. Os dados climatológicos foram extraído estação da meteorológica do IFMT temperatura máximos médias 31,6 C, mínima média e 22,54°C, Precipitação acumulada: janeiro 221,4 mm, fevereiro 180,8mm, março 261,8 , abril 61,2 mm e maio 0,0 mm, acumulado no período safrinha 425,8 mm.

Em Canarana, o experimento foi realizado na fazenda experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), no Parque de exposição de Canarana. Localizada a Latitude: 13°34'20,61" S; Longitude: 52°16'16,95"W (altitude 400 m) Bioma de transição entre a floresta Amazônica e o cerrado, semeadura foi realizada dia 24 de fevereiro de 2023 em época de safrinha, em sistema de convencional de produção. Os dados climatológicos foram extraído estação meteorológica da prefeitura Temperatura máximos médias 32,6°C mínima média 21,2°C, Precipitação acumulada: mês de fevereiro 59,9 mm, março 240,4 mm, abril 125,5 mm e maio 0,0 mm. Acumulado no período do experimento 425,8 mm.

2.2.3 Análises Biométricas e estatística

Após a colheita, os materiais foram processados para aferir a produtividade e seus componentes: (PROD) Produtividade: Foi obtido em gramas, com base na massa total de grãos produzidos na área útil de cada parcela seca até atingirem umidade de 13%, extrapolando-se para kg ha⁻¹, (M100): Massa média de 100 grãos: determinada em gramas pela massa de 100 grãos amostrados na área útil de cada parcela, (NGV): Número de grãos por virgens, determinado pela média de grãos de 10 virgens coletadas de forma aleatória na área útil da parcela

Em seguida foram avaliadas as pressuposições para a realização das análises (ANOVA), deste modo, realização das análises de variância conjunta, de acordo com metodologia de Pimentel-Gomes (1990), em que o modelo matemático é efeito fixo para genótipo e para ambientes. As estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional Genes (CRUZ, 2013), de acordo com o seguinte modelo estatístico análises conjuntas em que;

$$Y_{ijk} = m + G_i + A_j + GA_{ij} + E_{ijk}$$

Onde Y_{ijk} : efeito geral de Genótipo, m : = média geral dos dados dos genótipos, G_i : efeito de genótipo, A_j : efeito do ambiente, GA_{ij} : efeito devido à interação entre genótipo e ambiente, e E_{ijk} : assumindo que os erros foram independentes e normalmente distribuídos

com média zero e variância σ_e^2 . Após as análises de variância, as médias dos tratamentos foram testadas por meio agrupadas pelo teste de Scott e Knott (1974) a ($p < 0,05$).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (ANOVA) conjunta demonstrou uma interação significativa entre o fator genótipo x ambiente em todas as variáveis analisadas ($p < 0,05$), conforme demonstrada na (Tabela 3). Esse resultado já era esperado pois, apesar de os genótipos pertencerem à mesma espécie de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), há diferenças no tegumento e na origem dos genótipos avaliados (Tabela 1). Dessa forma, observa-se variabilidade genética, possibilitando a seleção de genótipos mais estáveis e adaptados aos ambientes avaliados em Mato Grosso, no sistema de plantio de sequeiro.

Tabela 3. Resumo de ANOVA de análise conjunta dos experimentos, com 12 genótipos em três ambientes Confresa, Canarana e Sorriso, plantio sequeiro 2023

FV	GL	PROD	M100	NGV
Gen.	11	214384.09**	66.92**	1.56**
Amb.	2	1381200.29**	38.17**	3.64**
Gen.xAmb.	22	87981.76**	13.78**	0.41**
Erro	72	7535.48	5.97	0.20
Média		676.84	21.94	4.82
CV(%)		12.83	11.14	9.05

PROD: Produtividade, M100 Massa média de 100 grãos e NGV: Número médio de grãos por virgens, coeficiente de variação (VC%), Amb. Ambiente, Gen. Genotípico, GL: grau de liberdade. Fonte: Autor

Também foi possível detectar interações genótipo × ambiente significativas ($p < 0,05$) para todas as características avaliadas (Tabela 3), o que demonstrou que os genótipos respondem de forma diferenciada nos ambientes analisados. Embora interações genótipo × ambiente em feijão-comum já tenham sido relatadas anteriormente (Hiolanda et al., 2018; Silva et al., 2019; Rocha et al., 2020), há poucos estudos envolvendo a interação genótipo-ambiente de feijão-comum em Mato Grosso.

Os coeficientes de variação (CV%) nas análises conjuntas dos experimentos variaram de 9,05% a 12,83% (Tabela 3), enquanto nos experimentos avaliados individualmente, os valores oscilaram entre 4,19% e 13,74% (Tabelas 4, 5 e 6). Isso indica um menor erro experimental. Os coeficientes de variação obtidos estão em conformidade com outros estudos sobre feijão-comum (Coelho et al., 2010; Hiolanda et al., 2018; Rocha et al., 2020). Além disso, os valores encontrados nestes experimentos estão dentro dos limites

aceitáveis para estudos a campo que envolvem produtividade e seus componentes, os quais são altamente influenciados pelas variações ambientais, conforme mencionado por Pimentel Gomes (2009). Devido às diferenças na produtividade e seus componentes nos ambientes testados (Tabela 3) e visando uma melhor compreensão do comportamento dos genótipos nos ambientes avaliados, foram realizados testes de agrupamento de médias pelo método Scott-Knott ($p < 0,05$).

A massa média de 100 grãos é um componente relevante no processo de seleção de genótipos, uma vez que consumidores tendem a preferir grãos maiores e com melhor aparência. Contudo, esse atributo é influenciado tanto pelo genótipo quanto pelas condições ambientais (Carbonell et al., 2010; Borém et al., 2021). De maneira geral, os coeficientes de variação (CV) para a massa média de 100 grãos indicaram uma dispersão moderada, com respostas relativamente homogêneas entre os genótipos, embora ainda haja certa variação. Os valores de CV, que variaram de 4,19% a 11,38% (Tabela 4), demonstram que o experimento foi bem conduzido, com resultados dentro dos padrões aceitáveis para experimentos em campo (Pimentel-Gomes, 2009).

Tabela 4. Teste de agrupamento de médias Scott-Knott ($p < 0,05$) Massa média de 100 grãos (g) de 12 genótipos de feijão-comum, cultivados em plantio sequeiro em Confresa, Canarana e Sorriso

Trat.	Confresa	Canarana	Sorriso
G1	22.20Ab	22.02Ab	19.02Ab
G2	22.11Ab	20.98Ab	20.65Ab
G3	21.39Ab	23.75Ab	22.62Ab
G4	22.66Ab	22.67Ab	21.34Ab
G5	29.77Aa	19.99Ab	18.99Bb
G6	20.93Ab	19.57Bb	19.20Bb
G7	23.62Ab	22.67Ab	21.27Ab
G8	18.89Ac	22.76Ab	21.43Ab
G9	23.00Ab	21.28Ab	20.17Ab
G10	22.03Ab	20.79Ab	18.53Ab
G11	15.98Ac	19.43Ab	19.33Ab
G12	30.32Aa	31.67Aa	26.67Ba
Média	22,74	22,29	20,78
CV ¹	11,38	9,19	4,19

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, e letras maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. VC¹ Coeficiente de variação de todos os ambientes Fonte: Autor

Ao comparar a massa média de 100 grãos entre os ambientes avaliados, é possível verificar que houve pouca variação no comportamento dos genótipos avaliados entre os ambientes avaliados em Mato Grosso formando apenas dois grupos A e B (Tabela 4, letras maiúsculas na linha). Em Sorriso, os genótipos G5, G6 e G12 apresentaram as menores massa médias pertencendo ao grupo B, em Confresa, todos os genótipos obtiveram médias no grupo A, em Canarana todos os genótipos pertencem ao grupo A, exceto G6 o genótipos

(Tabela 4 letras maiúsculas na coluna). Trabalhos com avaliação de genótipos de feijão-comum, foram encontradas médias de massa de 100 grãos variando de 17,2g a 57,2g (Teixeira et al., 2011; Salgado et al., 2011; Teixeira, 2018).

Em todos os ambientes avaliados, o G12 foi o genótipo que obteve a maior massa média de 100 grãos (Tabela 6 letras minúsculas na coluna), porém inferior aos valores obtidos nos VCU realizados para o lançamento da cultivar, que apresentou grãos grandes com 43,5 g e produtividade média de 2.440 kg ha⁻¹ (Faria, 2002). Além disso, o G12 também obteve a menor média de produtividade para todos os ambientes testados (Tabela 6). Isso pode estar relacionado ao fato desse genótipo ser precoce, e a colheita dos experimentos ser realizada em até 90 dias após a semeadura.

Em relação ao comportamento dos genótipos no ambiente Confresa o componente número de grãos por vagens, os genótipos G1, G2, G8, G9, G10 e G11 tiveram médias superiores aos demais e semelhantes entre si demonstrando bom desempenho para essa variável neste ambiente G3, G4, G5, G6, G7 e G12 obtiveram médias médias de grãos por virgens semelhante entre si, e interiores aos demais. agrupamento de médias Scott-Knott ($p < 0,05$). (Tabela 5, letras minúsculas).

No ambiente Canarana os genótipos de modo geral se comportaram-se de forma semelhante, para o componente de produção número médio de grãos por sendo os genótipos de maiores médias, G1, G2,G3, G4, G7, G8, G9 G10 e G11, demonstrando boa adaptação para essa variável no ambiente Canarana, ainda neste ambiente, os genótipos G5, G6 e G12, obtiveram piores médias número de grãos por vagens por meio do teste de agrupamento de médias Scott-Knott ($p < 0,05$) (Tabela 5, letras minúsculas).

Tabela 5. Teste de agrupamento de médias Scott-Knott ($p < 0,05$) Número médio de grãos por vagens 12 genótipos de feijão-comum, cultivados em plantio sequeiro em Confresa, Canarana e Sorriso

Trat.	Confresa	Canarana	Sorriso
G1	5.23Aa	5.33Aa	4.43Bb
G2	5.40Aa	5.07Aa	3.80Bc
G3	4.63Ab	5.03Aa	4.33Ab
G4	5.10Ab	5.27Aa	5.20Aa
G5	4.43Ab	4.67Ab	4.47Ab
G6	4.10Bb	4.40Ab	4.73Aa
G7	4.27Ab	5.27Aa	3.70Bc
G8	5.40Aa	5.43Aa	5.67Aa
G9	5.60Aa	5.60Aa	5.07Aa
G10	5.67Aa	5.58Aa	4.67Ab
G11	5.17Aa	5.33Aa	4.43Bb
G12	4.53Ab	4.70Ab	3.83Bc
Média	4.96	5.15	4.35
CV ¹	7,06	7,81	12,11

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, e letras maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. VC¹ Coeficiente de variação de todos os ambiente. Fonte: Autor

Por fim, para o componente de produção número de grãos por vagens, o ambiente Sorriso foi o ambiente com maior formação de grupos por meio do teste agrupamento de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade (Tabela 5, letras minúsculas). Os genótipos de maiores médias foram os G4, G6, G8, G9 semelhantes entre si, e superior aos demais, com médias intermediárias para esse componente de produtividade os genótipos G1, G3, G5 e G10, G11, as menores médias foram observadas nos genótipos G7 e G12.

Em relação comportamento dos genótipos entre os ambientes para a característica número de grãos por vagens (Tabela 5 letras maiúsculas na linha) houve a formação dois grupos A e B em Confresa todos se genótipos pertenceram ao grupo A exeter e G6, já em Canarana todos os genótipos pertencem ao grupos A, por sua vez uma Sorriso Genótipos G3, G4, G5, G6, G8, G9 e G10, pertencentes ao grupo A e genótipos B os genótipos G1, G2, G7, G11, G12. (Tabela 5 letras maiúsculas na linha). Essa maior contração de genótipos no grupo B em Sorriso, sugere que este ambiente tende a ser desfavorável para essa características por meio do teste de agrupamento de médias Scott-Knott ($p < 0,05$).

Os resultados do teste de agrupamento referem-se à produtividade médias de grãos de 12 genótipos de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*), cultivados em condições de sequeiro em três ambientes distintos: Confresa, Canarana e Sorriso (Tabela 6). demonstram o coeficiente de variação das análises individuais foi de 13,74% para Confresa, 12,13% para Canarana e 10,40% para Sorriso, sugerindo uma variabilidade experimental moderada, conforme descrito por Pimentel Gomes (2009). De modo geral, os ambientes de Confresa e Canarana obtiveram as maiores médias gerais de produtividade de grãos, com $709,87 \text{ kg ha}^{-1}$ e $842,32 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente (Tabela 6), considerando a média global de todos os genótipos testados. Já Sorriso foi o ambiente onde os genótipos obtiveram o menor desempenho geral em produtividade, com média global de $466,03 \text{ kg ha}^{-1}$.

Tabela 6. Teste de agrupamento de médias Scott-Knott ($p < 0,05$) de Produtividade (kg ha^{-1}) de 12 genótipos de feijão de feijão-comum, cultivados em plantio sequeiro em Confresa, Canarana e Sorriso

Trat.	Confresa	Canarana	Sorriso
G1	865.19 Ab	931.86 Ab	350.00Bd
G2	729.24 Ab	795.91 Ac	289.44Bd
G3	733.36 Ab	800.02 Ac	623.61Bb
G4	757.92 Ab	898.25 Ab	601.39Bb
G5	1018.92 Aa	1023.11 Ab	347.22Bd
G6	312.97 Ad	412.97 Ae	488.89Ac
G7	564.73 Bc	781.40 Ac	322.22Cd
G8	589.29 Cc	1163.29 Aa	963.47Ba
G9	956.93 Aa	967.33 Ab	443.89Bc
G10	831.35 Bb	1231.35 Aa	463.61Cc
G11	622.87 Ac	689.54 Ac	366.67Bd
G12	535.66 Ac	561.32 Ad	331.94Bd

Média Geral	709.87	854.64	466.03
VC (%)	13,74	12,13	10,40

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, e letras maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV% Coeficiente de variação de todos os ambientes Fonte: Autor

No ambiente de Confresa Safrinha (Tabela 6, letras minúsculas na coluna), os genótipos G5 (1018,92 kg ha⁻¹) e G9 (956,93 kg ha⁻¹) demonstraram maiores produtividades de grãos, conforme o teste de agrupamento de médias Scott-Knott ($p < 0,05$), indicando excelente adaptabilidade às condições de cultivo de sequeiro em Confresa. Esses genótipos foram seguidos por G1, G2, G3, G4 e G10 cujas médias de produtividade de grãos variaram de 729,24 kg ha⁻¹ a 865,19 kg ha⁻¹, demonstrando boas produtividades e adaptação às condições desse ambiente. Os genótipos de feijão-comum G8, G8, G11 e G16 apresentaram produtividades de grãos semelhantes entre si, com médias variando de 535,66 kg ha⁻¹ a 622,87 kg ha⁻¹, superando o genótipo G6 (312,97 kg ha⁻¹), que obteve o menor desempenho nesse ambiente.

No ambiente de Canarana, observou-se que este apresentou a maior produtividade de grãos para todos os genótipos avaliados (Tabela 6, letras maiúsculas na linha), conforme o teste de agrupamento de médias Scott-Knott ($p < 0,05$). Ao analisar o comportamento dos genótipos nesse ambiente (Tabela 4, letras minúsculas na coluna), os genótipos G10 (1231,35 kg ha⁻¹) e G8 (1163,29 kg ha⁻¹) demonstraram o melhor desempenho produtivo, sendo estatisticamente semelhantes entre si e superiores aos demais, destacando-se como os mais adaptados a esse ambiente. Em seguida, o genótipo G5 (1023,11 kg ha⁻¹) também se destacou, com produtividade semelhante à de G9 (957,33 kg ha⁻¹), G1 (931,86 kg ha⁻¹) e G4 (898,25 kg ha⁻¹). O genótipo G3 (800,02 kg ha⁻¹) apresentou produtividade média semelhante aos genótipos G7, G2 e G11, mas superior à de G12 (561,32 kg ha⁻¹) e G6 (412,97 kg ha⁻¹).

Ao comparar o desempenho da produtividade de grãos dos genótipos no ambiente de Sorriso (Tabela 6, letras minúsculas na coluna), verificou-se que o genótipo G8 demonstrou a maior média de produtividade de grãos (963,47 kg ha⁻¹), diferenciando-se dos demais e destacando-se como o mais adaptado às condições de cultivo de sequeiro nesse ambiente. seguido do genótipo G3 (623,61 kg ha⁻¹) estatisticamente semelhante ao G4 (601,39 kg ha⁻¹). O genótipo G6 (488,89 kg ha⁻¹) demonstrou produtividade semelhante aos genótipos G9 e G10. Por fim, os genótipos G1, G2, G5, G7, G11 e G12 apresentaram médias de produtividade de grãos semelhantes entre si, com rendimentos variando de 289,44 kg ha⁻¹ a 366,67 kg ha⁻¹, demonstrando baixa adaptabilidade ao ambiente de Sorriso.

Embora, no ambiente de Sorriso-MT, o sistema utilizado tenha sido o plantio direto em sequeiro, os genótipos, em geral, apresentaram menores médias de produtividade (Tabela

6, letras maiúsculas na coluna). Essa menor produtividade pode estar associada ao alto volume de precipitação nos dias posteriores à semeadura, o que dificultou a germinação e a emergência das plântulas. Além disso, houve uma distribuição irregular das chuvas ao longo do ciclo da cultura. Também foi observada uma alta pressão de pragas (*Diabrotica speciosa*) e um elevado banco de sementes de plantas invasoras, que provocaram competição com os genótipos. Outro fator relevante foi que o ambiente de Sorriso apresentou baixa saturação por bases (SB), menor quantidade inicial de fósforo e maior concentração de hidrogênio e alumínio (H+Al) em comparação com os demais ambientes analisados (Tabela 2).

Ao analisar o comportamento dos genótipos entre os três ambientes (Tabela 6, letras minúsculas na coluna), observou-se a formação de três grupos distintos. No ambiente de Canarana, todos os genótipos de feijão-comum pertenceram ao grupo A, demonstrando que este foi favorável para a produtividade média de grãos. O segundo ambiente mais favorável foi Confresa, onde praticamente todos os genótipos permaneceram no grupo A, exceto os genótipos G7 e G10, que pertenceram ao grupo B, e o genótipo G8, que ficou no grupo C. Por fim, no ambiente de Sorriso, onde a maioria dos genótipos ficaram concentrados nos grupos B e C. Nove genótipos (G1, G2, G3, G4, G5, G8, G9, G11 e G12) pertenceram ao grupo B, enquanto o grupo C foi composto pelos genótipos G7 e G10. Apenas o genótipo G6 permaneceu no grupo A, conforme o teste de agrupamento de médias Scott-Knott ($p < 0,05$), demonstrando que o ambiente Sorriso foi o mais desfavorável para a produção média de grãos entre os ambientes avaliados.

As médias de produtividade de grãos e seus componentes foram inferiores ao esperado, em comparação com outros trabalhos envolvendo a produtividade do feijão-comum (Marco et al., 2012; Pereira et al., 2012). Apesar de o volume total de precipitação ter sido superior a 400 mm em todos os ambientes, quantidade suficiente para um ciclo bem-sucedido da cultura, a distribuição irregular das chuvas impactou negativamente a colheita. A má distribuição da precipitação também resultou em menor produtividade nos experimentos com feijão-mungo em Mato Grosso, limitando a germinação das plântulas, reduzindo o estande e, conseqüentemente, afetando a produtividade (Noletto et al., 2023).

Embora a produtividade tenha sido inferior ao esperado, em média, os genótipos apresentaram desempenho superior aos encontrados em experimentos com feijão-comum, envolvendo produtividade de grãos que atingiram 443 kg ha^{-1} e $611,89 \text{ kg ha}^{-1}$ (Hiolanda et al., 2018; Silva et al., 2019). Além disso, alguns genótipos obtiveram médias superiores à produção média nacional de feijão-comum que foi 1.137 kg ha^{-1} (CONAB, 2024). Maiores médias também foram observadas em ambientes com maior altitude, o que está associado a

melhores condições de fertilidade do solo (Pereira et al., 2012). Vale destacar que os ambientes testados são de baixa altitude, sendo Canarana o de maior altitude, com 400 metros.

Outro fator que influenciou negativamente a produtividade de grãos foi a alta temperatura durante a execução dos experimentos. A cultura do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) possui uma faixa de temperatura média ideal para um ciclo vegetativo e reprodutivo eficiente, situado entre 17,5°C e 25°C (Pereira et al., 2014). Temperaturas elevadas podem ter provocado o abortamento de flores e, conseqüentemente, a queda na produtividade de grãos.

3.4 CONCLUSÕES

A interação significativa entre genótipos e ambientes evidenciou a importância de avaliações multiambientais na seleção de genótipos de feijão-comum adaptados ao cultivo em sequeiro. O genótipo G12 destacou-se pela maior massa de 100 grãos, enquanto G5, G8, G9 e G10 apresentaram maior produtividade em ambientes específicos. Canarana foi o ambiente mais favorável à produtividade, seguido por Confresa, enquanto Sorriso apresentou limitações edafoclimáticas que impactaram negativamente o desempenho dos genótipos. Os resultados reforçam o potencial de alguns genótipos para uso em programas de melhoramento e recomendação regional.

AGRADECIMENTOS

Aos institutos Federais de educação, ciências e tecnologia do Mato Grosso e Goiano, ao instituto agrônomo de Campinas- IAC e Associação dos Produtores de Feijão, Pulses, Grãos Especiais e Irrigantes de Mato Grosso (APROFIR).

3.5 REFERÊNCIAS

- ASFAW, A. et al. AMMI and SREG GGE biplot analysis for matching varieties onto soybean production environments in Ethiopia. **Scientific Research and Essay**, v. 4, n. 11, p. 1322-1330, 2009.
- ASHANGO, Z. et al. Seed yield stability and Genotype x Environment interaction of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines in Ethiopia. **International Journal of Plant Breeding and Crop Science**, v. 3, p. 135-144, 2016.

- BORÉM, A. et al. Melhoria de Plantas. 8. Viçosa-MG: Editora UFLA, v. 8, 2021. 384 p.
- CARBONELL, S. A. M. et al. Tamanho de grão comercial em cultivares de feijoeiro. **Ciência Rural**, v. 40, p. 2067-2073, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010005000159>
- CASTIANO, B. U. L.; KIMURTO, P. K.; OJWANG, P. P. O. Combining ability of common bean (*Phaseolus vulgaris*) genotypes for root traits across diverse environments. **Plant Breeding**, v. 142, n. 1, p. 74-85, 2023. <https://doi.org/10.1111/pbr.13060>
- COELHO, C. M. M. et al. Características morfo-agronômicas de cultivares crioulas de feijão comum em dois anos de cultivo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 1177-1186, 2010.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos*. Brasília, DF, v. 11, safra 2023/24, n. 12, décimo segundo levantamento, set. 2024. Disponível em: <Conab - Boletim da Safra de Grãos>. Acesso em: 11 out. 2024.
- CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, p. 271-276, 2013.
- FAOSTAT. Crops. 2021. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 06 jun. 2023.
- FARIA, L. C. et al. BRS Radiante: nova cultivar precoce de feijoeiro comum com tipo de grão rajado. 2002. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/211390/1/comt45.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2023.
- HIOLANDA, R. et al. Desempenho de genótipos de feijão carioca no Cerrado Central do Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 815-824, 2018. <https://doi.org/10.19084/RCA17285>
- INMET. Dados Meteorológicos Mato Grosso. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br>. Acesso em: 15 jun. 2023.
- MARCO, K. et al. Aptidão Agroclimática e Características Agronômicas do Feijão-Comum Semeado na Safra das Águas em Tangará da Serra–MT. *Enciclopédia Biosfera*, v. 8, n. 15, 2012.
- MOREIRA, G. B. L. et al. Desempenho agrônomico do feijoeiro com doses de nitrogênio em semeadura e cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 8, p. 818-823, 2013.
- NOLETO, M. P. et al. Adaptability and stability of mungbean genotypes in the Mid-North of Mato Grosso, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 47, p. e012222, 2023. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202347012222>

PEREIRA, H. S. et al. Influência do ambiente em cultivares de feijoeiro-comum em cerrado com baixa altitude. *Bragantia*, v. 71, n. 1, p. 165-172, 2012.

<https://doi.org/10.1590/S0006-87052012005000024>

PEREIRA, V. G. C. et al. Exigências Agroclimáticas para a Cultura do Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 3, p. 3242, 2014.

PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 15. ed. Piracicaba: ESALQ, 2009. 451 p.

ROCHA, R. S. et al. Estimation of adaptability and stability of early strains of ‘Carioca’ and black beans (*Phaseolus vulgaris*) in Pernambuco State, Brazil. **Australian Journal of Crop Science**, v. 14, n. 2, p. 263-270, 2020. <https://doi.org/10.21475/ajcs.20.14.02.p2121>

SALGADO, F. H. M. et al. Comportamento de genótipos de feijão, no período da entressafra, no sul do estado de Tocantins. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 1, p. 52-58, 2011. Disponível em: <ComportamentodegentiposdefeijonoperododaentressafranossuldoestadodeTocantins.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2023.

SILVA, R. L.; SILVA, F. D. A.; VALENCIA, C. A. I.; SAMPAIO, A. C. A. Comportamento de genótipos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições de um município no Nordeste brasileiro. **Environmental Smoke**, v. 2, n. 2, p. 1-22, 2019. Disponível em: <https://environmentalsmoke.com.br/index.php/EnvSmoke/article/view/50>. Acesso em: 15 jul. 2023.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.

TEIXEIRA, I. R. et al. Desempenho agrônomico de cultivares de feijão-comum consorciado com mamona. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 55-61, 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2371/237120127009.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2023.

TEIXEIRA, P. H. Desempenho de genótipos de feijão-comum selecionados para resistência parcial ao mofo-branco. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2018. 34 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia).

4. CAPÍTULO II DESEMPENHO PRODUTIVO E FISIOLÓGICO DE FEIJÃO-COMUM
SOB DIFERENTES DOSES DE BIOESTIMULANTE NO IPORÁ-GO

(formatado para The Journal ARACÊ)

RESUMO

A busca por práticas agrícolas sustentáveis e eficientes têm incentivado o uso de bioestimulantes como estratégia para potencializar o desempenho das culturas. Objetivou-se com este trabalho avaliar doses do bioestimulante comercial Speed Advantage® sobre o desempenho produtivo, respostas fisiológicas e qualidade de sementes de duas cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), BRS Estilo e BRS Esplendor, em condições edafoclimáticas no Iporá GO. O experimento foi conduzido em blocos casualizados, em esquema fatorial 2×6 (duas cultivares \times seis doses de bioestimulante: 0, 150, 300, 450, 600 e 750 mL.ha⁻¹), com quatro repetições. As avaliações fisiológicas incluíram índice SPAD aos 1, 7 e 14 dias após aplicação (DAA), além da mensuração da produtividade, massa de mil grãos, número de vagens por planta, e parâmetros de qualidade de sementes como germinação, emergência, comprimento e massa seca de plântulas. Conclui-se que o bioestimulante Speed Advantage® promoveu ganhos fisiológicos e produtivos no cultivo de feijão-comum, desde que aplicado em doses adequadas. A faixa entre 380 e 500 mL.ha⁻¹ demonstrou ser a mais eficiente para cultivares e para a maioria das variáveis analisadas.

Palavras chaves: *Phaseolus vulgaris*, qualidade de sementes, Agricultura sustentável, plântulas;

ABSTRACT

The search for sustainable and efficient agricultural practices has encouraged the use of biostimulants as a strategy to enhance crop performance. This study aimed to evaluate different doses of the commercial biostimulant Speed Advantage® on productive performance, physiological responses, and seed quality of two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars, BRS Estilo and BRS Esplendor, under the edaphoclimatic conditions of Iporá, GO. The experiment was carried out in a randomized block design, arranged in a 2×6 factorial scheme (two cultivars \times six biostimulant doses: 0, 150, 300, 450, 600, and 750 mL.ha⁻¹), with four replications. Physiological evaluations included SPAD index at 1, 7, and 14 days after application (DAA), as well as measurements of yield, thousand-grain weight, number of pods per plant, and seed quality parameters such as germination, emergence, seedling length, and dry mass. It was concluded that the biostimulant Speed Advantage® promoted physiological and productive gains in common bean cultivation when applied at appropriate doses. The range between 380 and 500 mL.ha⁻¹ proved to be the most efficient for the cultivars and for most of the variables analyzed.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, seed quality, sustainable agriculture, seedlings

4.1 INTRODUÇÃO

O feijão comum, *Phaseolus vulgaris* L., pertence à família *Fabaceae*, este vegetal é altamente nutritivo, destacando-se por suas propriedades que incluem uma excelente concentração de proteínas (22,06 a 32,63%), fibras (29,32 a 46,77%), amido carboidrato (9,16 a 18,09%) e lipídios (1,05 a 2,83%) minerais e composto antimutagênicos, antioxidantes tiamina, vitamina B6 e ácido fólico (CORZO-RÍOS et al., 2020; HAMMAMI et al., 2022). Essa cultura é cultivada globalmente, especialmente em países em desenvolvimento, onde possui grande relevância social e econômica. Ele oferece uma fonte nutricional acessível, contribuindo com proteínas, vitaminas e minerais para a dieta de populações, especialmente na África, Ásia e América Latina (HAMMAMI et al., 2022; CASTIANO et al., 2023).

No Brasil, a safra de feijão-comum 2023/2024 alcançou 2.856,3 mil hectares plantados ao longo das três safras, representando aumento de 5,8% em relação à safra anterior. Além disso, a produtividade média por hectare cresceu 1,1%, destacando a relevância dessa cultura para o país. O estado de Goiás merece destaque na safra 2023/2024 por seu excelente desempenho na produção de feijão-comum. Apesar de possuir área plantada relativamente pequena em comparação aos principais estados produtores, Goiás destacou-se como o segundo maior produtor de feijão da região Centro-Oeste e alcançou a maior produtividade média do país, com 2.574 kg.ha⁻¹. Esse valor é 60% superior à produtividade média do Paraná, que é o maior produtor nacional, com 532 mil hectares plantados com produtividade média de 1.557 kg ha⁻¹. Esses dados demonstram o notável desempenho de Goiás na produção de feijão, evidenciando a eficiência e os avanços tecnológicos aplicados na agricultura do estado (CONAB, 2024).

Cada vez mais há preocupação com o desenvolvimento sustentável do planeta, os bioestimulantes têm emergido como abordagem promissora para promover a sustentabilidade agrícola, especialmente frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas. Sua utilização contribui para agricultura mais sustentável e produtiva, reduzindo a dependência de insumos tradicionais e tornando as práticas agrícolas mais adaptáveis ao clima em transformação (MANDAL et al., 2023).

Os bioestimulantes são produtos compostos por substâncias ou microrganismos que, ao serem aplicados nas plantas, estimulam processos fisiológicos capazes de melhorar a nutrição vegetal e otimizar o desempenho das culturas. Eles aumentam a eficiência na absorção e utilização de nutrientes, aprimoram a tolerância ao estresse abiótico, como seca e salinidade, e promovem a qualidade das plantas, influenciando positivamente o crescimento e

o desenvolvimento. Além disso, esses compostos ajudam a disponibilizar nutrientes na rizosfera, potencializando o aproveitamento dos recursos presentes no ambiente radicular (MANDAL et al., 2023; JINDO et al., 2022).

A crescente demanda por práticas agrícolas sustentáveis e os desafios impostos pelas mudanças climáticas, a aplicação de bioestimulantes aparece como alternativa promissora para melhorar o desempenho das lavouras, aumentando a absorção de nutrientes e a resistência ao estresse abiótico, o uso desses compostos pode fortalecer a sustentabilidade e a resiliência do cultivo do feijão, reduzindo a necessidade de insumos tradicionais (CERVEIRA, et al., 2025)

Objetivou-se com este estudo avaliar o desempenho produtivo, as respostas fisiológicas e a qualidade de sementes de diferentes cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) submetidas a doses de bioestimulante, com o intuito de identificar a dose mais eficaz para otimização da produtividade e qualidade das sementes em condições de cultivo no estado de Goiás.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Informações gerais

O experimento foi realizado entre os meses de julho e setembro de 2020, na Fazenda Escola do Instituto Federal Goiano no Campus Iporá. A área onde o projeto foi desenvolvido situa-se a uma altitude de 584 metros. Iporá e suas proximidades estão inseridas em região de clima tropical subúmido, classificado como Aw, segundo Köppen (1948).

4.2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 cultivares de feijão-comum x 6 doses de bioestimulante, utilizando para isso o produto comercial Speed Advantage® (0, 150, 300, 450, 600 e 750 ml de ha⁻¹), com quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída por 4 linhas de 2 m de comprimento por 0,5 m entre linhas, totalizando 4 m² por parcela. As avaliações foram realizadas nas 3 fileiras centrais, deixando-se 0,5 m de bordadura nas extremidades.

O Speed Advantage®, é um produto da empresa Fertilizer Agrosience, é um bioestimulante vegetal possui altas concentrações de aminoácidos, carbono orgânico (COT) e nitrogênio (N) está presente em sua composição Ácido Aspártico (2,08%), Ácido Glutâmico (5,05%), Alanina (2,69%), Arginina (2,01%), Cistina (0,02%), Fenilalanina (0,79%), Glicina (4,75%), Histidina (0,39%), Isoleucina (1,16%), Leucina (1,24%), Metionina (1,24%), Prolina

(0,55%), Tirosina (0,02%), Ornitina (0,03%), Metilistidina (0,07%), Triptofano (1,10%), Serina (0,92%), Valina (0,92%), Treonina (0,67%), Nitrogênio Solúvel em água (4,00% 50,00 g/L), Carbono Orgânico Total (COT) (15,00% 187,50 g/L).

Foram utilizadas as cultivares BRS estilo e BRS esplendor sendo a semeadura e adubação realizadas de forma manual no mesmo período. As sementes foram colocadas com 3 cm de profundidade. As aplicações de fertilizantes granulados na adubação de semeadura e cobertura foram realizadas de acordo com o preconizado por (LOBATO; SOUSA; 2002). O controle de plantas daninhas durante o ciclo da cultura foi realizado por meio de aplicação de herbicida clethodim, seletivo para a cultura do feijão. O suprimento hídrico durante todo o ciclo da cultura foi realizado via irrigação por gotejamento de acordo com método Penman-Monteith considerando a evapotranspiração da cultura de referência (ET_o) que foi calculada usando dados de estação meteorológica próxima (aproximadamente 200 m do experimento) usando a seguinte fórmula $ET_c = ET_o * K_c$. onde: ET_c. Evapotranspiração da cultura [mm d⁻¹], K_c. Coeficiente de cultura [adimensional], ET_o Evapotranspiração da cultura de referência [mm d⁻¹]. Por dia, em média foi irrigado 3 mm de lâmina d'água m².

As aplicações das doses de bioestimulante foram realizadas com a aplicação do herbicida Select 240 EC (Cletodin 240 g/L), realizadas no estágio vegetativo V4, com pulverizador costal pressurizado à CO₂, com pressão constante de 2,5 bar, equipado com reservatório de 20 litros, sendo o volume de calda de 200 L ha⁻¹. A barra de aplicação foi equipada com haste com quatro bicos TT 110.02, espaçados em 0,50 m.

4.2.3 Análises biométricas e fisiológicas

Aos 1, 7 e 14 dias após a aplicação (DAA), dos tratamentos, foram determinados o índice de SPAD de clorofila, por meio de leituras com clorofilômetro marca Minolta (modelo SPAD-502), em três pontos das folhas +3 e foram calculadas as médias dessas leituras.

O número de vagens por planta foi determinado pela contagem de todas as vagens das plantas, obtendo a média de acordo com a quantidade de plantas da parcela. A massa de mil sementes e a produtividade de sementes com 13% de umidade, foram determinadas segundo as metodologias estabelecidas pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Após a determinação da produtividade, foram separados lotes de sementes para análise do teste de germinação. Sendo este realizado com 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes), semeadas em rolos de papel germitest umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes massa seca do papel, permanecendo em germinador do tipo BOD regulado à temperatura constante de 25 °C. As contagens foram realizadas aos cinco e nove dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais

(BRASIL, 2009). Primeira contagem de germinação: foi conduzido simultaneamente com o teste de germinação, sendo a contagem de plântulas, realizada no quinto dia após a semeadura (BRASIL, 2009);

A emergência de plântulas em campo foi feita com quatro repetições de 100 sementes distribuídas em sulco com 2,5 m de comprimento e aproximadamente 2 cm de profundidade simulando a semeadura no campo sendo irrigadas sempre que necessário. A contagem das plântulas normais emergidas foram realizadas diariamente em porcentagem.

Comprimento e massa seca total das plântulas Foram utilizadas 60 sementes (quatro subamostras de 15 sementes) para cada amostra, semeadas no terço superior do papel germitest umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel, permanecendo em germinador do tipo BOD regulado à temperatura constante de 25°C (Nakagawa 1999). Foi realizada a mensuração do comprimento de 10 plântulas no quinto dia após a semeadura, com régua milimétrica e o resultado expresso em centímetros. Após mensuração do comprimento das plântulas, estas foram acondicionadas separadamente em sacos de papel, identificados e colocadas para secar em estufa a 65 °C por 72 horas, após este período foram pesadas em balança de precisão, sendo a massa expressa em miligramas por plântula.

4.2.4 Análises Estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade, de probabilidade para comparação de médias das duas cultivares de feijão-comum, enquanto que foram ajustadas equações de regressão para o efeito das doses de bioestimulante, por meio do programa de análise de dados SIGMPLOT.

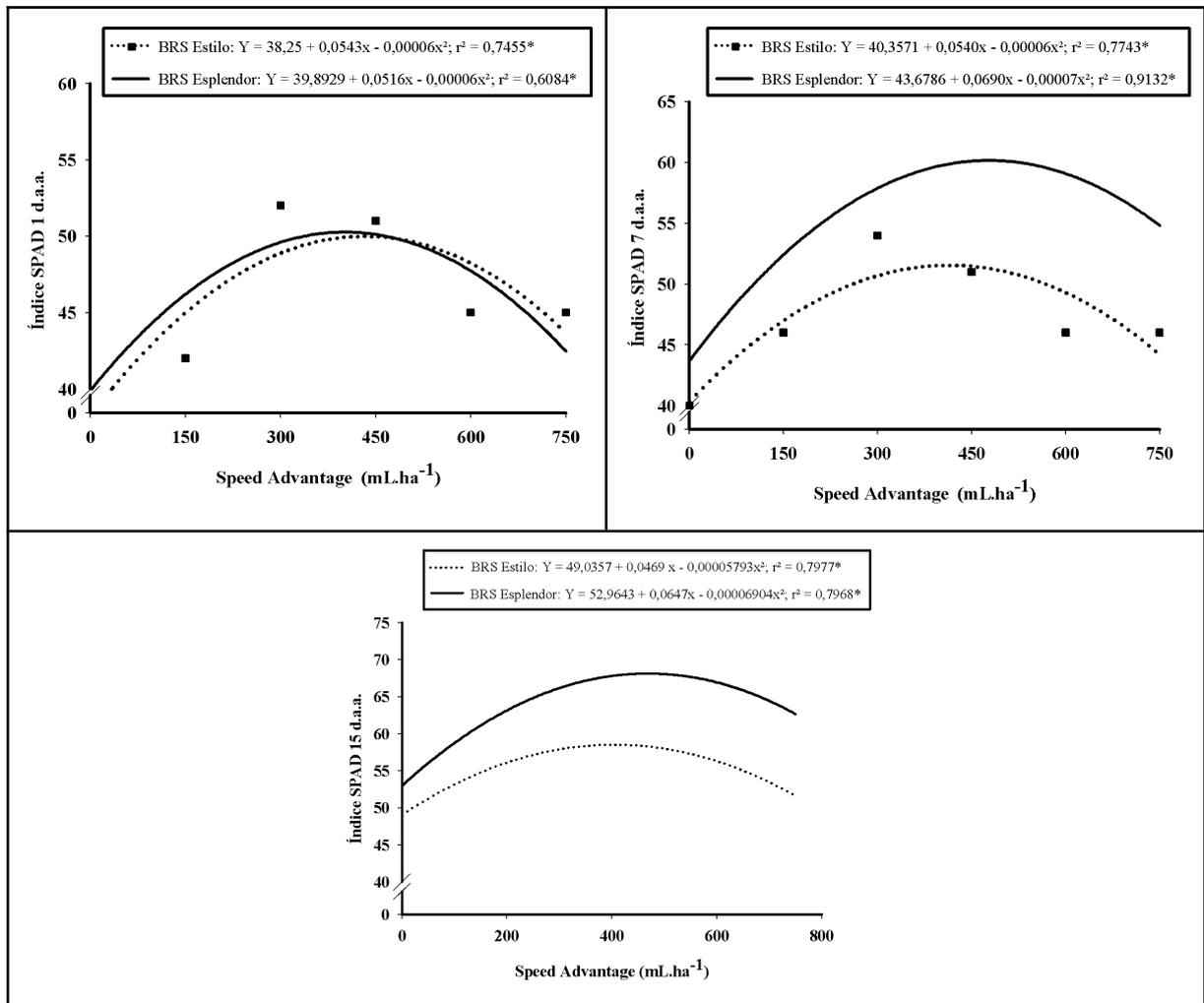
Foi determinada a dose de máxima eficiência técnica, por meio da equação de segundo grau ($R = b_0 \pm b_1x \pm b_2x^2$). R: Variável dependente (resposta ou resultado). b_0 : Coeficiente constante (intercepto ou valor de R quando $x=0$). b_1 : Coeficiente angular (define a taxa de variação de R em relação a x). b_2x^2 : Coeficiente quadrático (representa a curvatura da relação entre R e x). x: Variável independente (fator aplicado, como dose de fertilizante ou concentração de um produto).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Leituras do índice SPAD (Soil Plant Analysis Development)

Após as leituras do índice SPAD (Soil Plant Analysis Development) que é usado para correlacionar o teor de clorofila na planta, indicador crucial para estimar a assimilação de nitrogênio durante o desenvolvimento da cultura (YOKOYAMA et al., 2018). Verificou-se

interação entre cultivares e doses avaliadas para esta variável, por meio de teste f. Desta forma, foi realizado o desdobramento da interação (Figura 1)



1) Índice SPAD (Soil Plant Analysis Development) (1, 7 e 14 DAA -Dias Após a aplicação) em cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) (BRS Estilo e BRS Esplendor) em diferentes doses de Speed Advantage® (mL.ha⁻¹).

O índice SPAD, que reflete a concentração de clorofila e o status nutricional das plantas, comportou-se semelhante entre os cultivares BRS Estilo e BRS Esplendor ao longo do tempo. O modelo quadrático foi o que melhor ajustou-se ao comportamento dos dados, após 1 DAA o ponto máximo foi atingido com 452 mL.ha⁻¹ para o cultivar BRS Estilo e 430 mL.ha⁻¹ para o cultivar BRS Esplendor. Isso demonstrou que após a aplicação do produto foi possível verificar o teor da clorofila melhorando até o ponto máximo. O produto age rapidamente na fisiologia da planta, aumentando clorofila que pode ser responsável por maior peso de mil sementes. Em trabalho com soja na correlação de Pearson, observou-se que os dados obtidos aos 83 dias após a semeadura (DAS) para produtividade, clorofila A e clorofila B correlacionaram-se estatisticamente. A produtividade teve forte correlação com a clorofila

A, com coeficiente $r = 0,94$, e correlação elevada com a clorofila B, com valor de $r = 0,85$, com p -valor $<0,05$ (COLLA; ROSA, 2024).

Os teores de clorofila mostraram-se fortemente associados às variáveis morfofisiológicas da planta, destacando-se como importante indicador do estado funcional da cultura. Observou-se correlação positiva entre o teor de clorofila e a área foliar, sugerindo que o acúmulo de pigmentos fotossintéticos está relacionado à expansão da superfície foliar. Além disso, tanto os carotenóides quanto os fenóis totais correlacionaram-se positivamente com a clorofila, reforçando seu papel na atividade metabólica e na proteção da planta frente a estresses, o que, por sua vez, impacta diretamente no desempenho produtivo da cultura (PEDÓ, et al, 2021).

A partir dos modelos quadráticos ajustados, observou-se que a dose máxima eficiente do Speed Advantage® para otimizar o desenvolvimento do índice SPAD das plantas na aplicação em 7 DAA foi de $450 \text{ mL} \cdot \text{ha}^{-1}$ para BRS Estilo e $493 \text{ mL} \cdot \text{ha}^{-1}$ para BRS Esplendor. Já aos 14 DAA, a dose máxima eficiente foi de $391 \text{ mL} \cdot \text{ha}^{-1}$ para BRS Estilo e $462 \text{ mL} \cdot \text{ha}^{-1}$ para BRS Esplendor, de modo geral as cultivar BR Estilo obtiveram dose máxima eficiente nas menores doses do produto em 7 e 14 DAA.

Em experimento para avaliar o efeito do bioestimulante em espinafre (*Spinacia oleracea L.*) cultivado sob estresse salino, demonstrou que bioestimulantes hidrolisados protéicos derivados de leguminosas, atenuaram de forma eficaz para inibir efeitos negativos da irrigação com água salina, sendo este um dos principais indicadores dessa resposta positiva no aumento do índice SPAD nas plantas tratadas com bioestimulantes, mesmo sob elevados níveis de salinidade. O incremento no índice SPAD reflete diretamente a preservação da integridade da clorofila e da capacidade fotossintética das folhas, sugerindo que contribuiu para manter o funcionamento fisiológico das plantas sob estresse (EL-NAKHEL, et al. 2022).

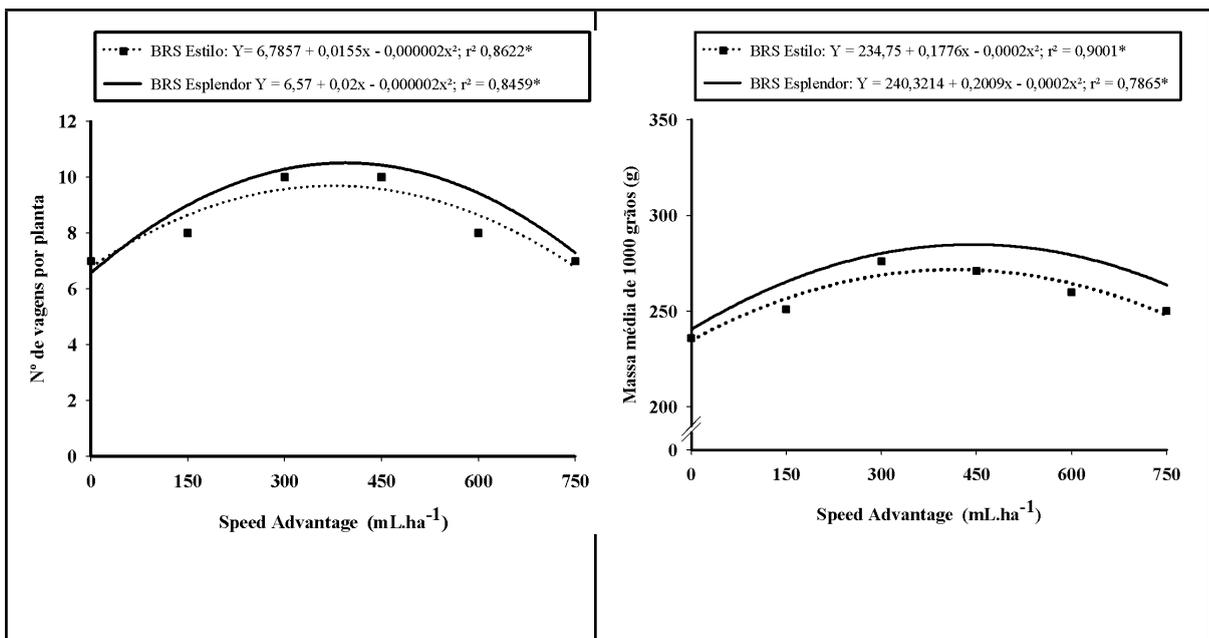
A aplicação de bioestimulantes vegetais aumentou significativamente tanto o índice de clorofila SPAD quanto a altura das plantas em três cultivares de batata, em comparação com o controle, sem bioestimulante. Os bioestimulantes testados — Kelpak® SL, Tytanit®, GreenOk® e BrunatneBio Złoto — apresentaram eficácia variável conforme a cultivar e o ano

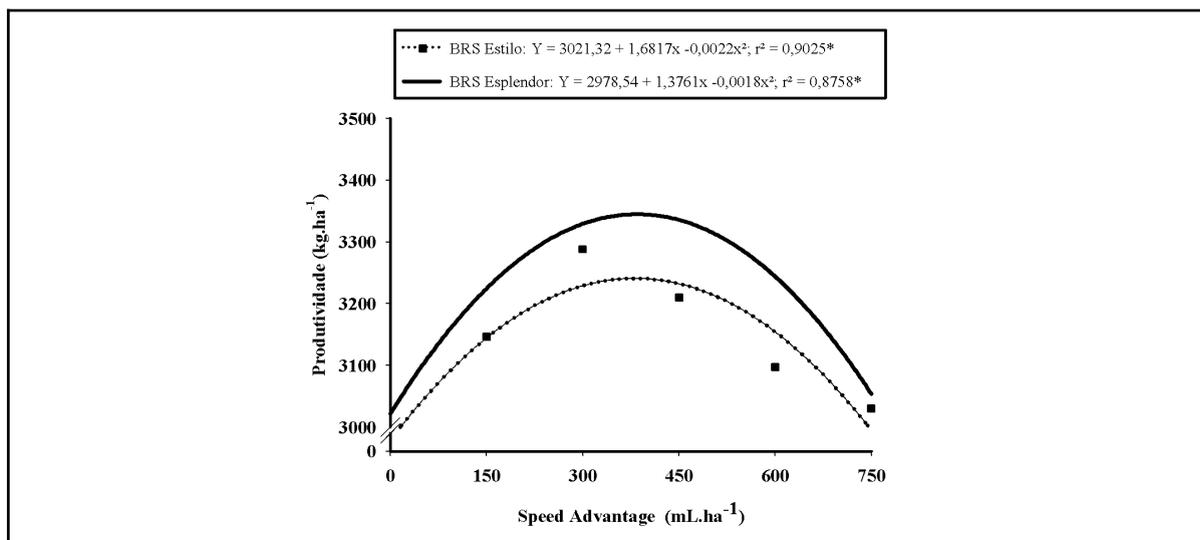
de avaliação (MYSTKOWSKA, 2022). Em experimento com feijão-comum, no qual foram avaliadas doses de bioestimulante e déficit de irrigação, não foram observadas diferenças nas leituras das clorofilas totais, medidas pelo índice SPAD, ao longo das épocas avaliadas (Morales-Guevara et al., 2017).

Ao avaliar o efeito da aplicação do bioestimulantes Pectimorf® (Pm) e Azofert-F® na cultura do feijão-comum, observou-se diferença nas leituras do índice SPAD quando os produtos foram aplicados diretamente nas sementes. Não foi detectada significância nos resultados quando os produtos foram aplicados por pulverização direta nas plantas (LARA-ACOSTA, et al. 2019). Os tratamentos empregados no ensaio foram constituídos por diferentes números de aplicações do bioestimulante Biozyme TF®. Foi utilizado o tratamento recomendado pelo fabricante, além de outras doses, tanto abaixo quanto acima da recomendada. Também foram avaliadas diferentes épocas de aplicação. No entanto, não houve diferença nas leituras do índice SPAD entre doses avaliadas (Silva et al., 2016).

4.3.2 Produtividade e seus componentes

Para a variável de produção das cultivares BRS Estilo e BRS Esplendor em diferentes doses do bioestimulante Speed Advantage®, foi possível detectar diferenças. Diante disso foi realizado o desdobramento da interação (figura 2)





2) Número de vagens por planta (A) e Massa média 1000 (B) e produtividade de grãos (C) para duas cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) (BRS Estilo e BRS Esplendor) com diferentes doses de Speed Advantage®.

A partir dessas equações, determinou-se que a dose de máxima eficiência foi de 387,5 mL.ha⁻¹ e 500 mL.ha⁻¹, para BRS Estilo e BRS Esplendor, respectivamente, para o componente de produção de número de vagens por plantas. Os resultados indicam que BRS Esplendor necessitou de dose maior de Speed Advantage® para atingir seu potencial produtivo máximo, enquanto BRS Estilo atingiu ponto ótimo em dose menor, sugerindo maior sensibilidade. A redução no número de vagens em doses superiores às ótimas pode estar associada a danos mecânicos, menor eficiência de deposição dos insumos ou estresse fisiológico nas plantas (TAIZ, et al. 2017).

Em experimentos envolvendo influências de tratamentos com bioestimulantes em produtividades e seus componentes na cultura de soja foi possível verificar incremento na quantidade de vagens por plantas de até 23% a mais que a testemunha sem aplicação de bioestimulantes (Batista Filho, et. al, 2013). O bioestimulante da empresa Argho Agrosiences com exceção do número de grãos por vagem (NGV), não incrementou produtividade das doses testadas (Dall Agnol et al., 2022). Em feijão, o uso de bioestimulantes, nas diferentes doses e formas de aplicação aumentou o número de grãos por planta (DOURADO NETO, et. al, 2014).

A massa média de 1000 grãos também seguiu padrão quadrático em resposta ao Speed Advantage®. O cultivar BRS Esplendor alcançou valores superiores em relação ao BRS Estilo ao longo de todas as doses avaliadas. O ponto máximo da massa de 1000 grãos ocorreu em doses semelhantes às aquelas observadas na produtividade, reforçando a ideia de

resposta ideal do Speed Advantage® dentro de uma faixa específica de doses. O coeficiente de determinação foi de 0,9001 para BRS Estilo e 0,7865 para BRS Esplendor, indicando ótimo ajuste dos modelos para explicar o comportamento dos resultados. Dose máxima de eficiência para BRS Estilo: 444 mL.ha⁻¹ e para BRS Esplendor 502,3 mL.ha⁻¹. Em experimentos com emprego de diferentes números de aplicações durante o ciclo da cultura do feijão do bioestimulante Biozyme TF®. No entanto, não houve diferença na massa média de 100 grãos (SILVA et al, 2016).

A produtividade das cultivares de feijão em resposta às doses do Speed Advantage® foi melhor representada com o modelo quadrática, conforme evidenciado pelas equações de regressão ajustadas, os coeficientes de determinação (r) de 0,9025 para BRS Estilo e 0,8758 para BRS Esplendor. A cultivar BRS Estilo atingiu produtividade máxima estimada em aproximadamente 3.350 kg.ha, enquanto o BRS Esplendor com um pico ligeiramente superior em torno de 3.400. No entanto, ambas as cultivares demonstraram redução da produtividade após dose máxima de eficiência para BRS Estilo: 382,2 mL.ha⁻¹ e para BRS Esplendor 382,3 mL.ha⁻¹ sugerindo efeito fitotóxico ou redução da eficiência do Speed Advantage® em doses mais elevadas.

A aplicação do biorregulador Stimulate® na cultura da soja resultou em ponto de máximo de 339,68 mL ha⁻¹ para a produtividade. O valor máximo obtido foi de 4.101,04 kg ha⁻¹, conforme ajuste de regressão quadrática (r=0,97) (Albrecht et al., 2012). Da mesma forma, neste experimento, observou-se ponto máximo seguido de declínio à medida que a dose foi aumentada (Figura 2). No entanto, o aumento das doses tem limite em relação ao efeito estimulante, atingindo ponto máximo ou a dose ideal recomendada. Quando esse limite é ultrapassado, observam-se efeitos negativos no crescimento e desenvolvimento das plantas, possivelmente devido ao desequilíbrio hormonal, possivelmente pelo excesso de nitrogênio e aminoácidos presente na composição do bioestimulante. Isso pode reduzir a tolerância a estresses ambientais, afetar a qualidade dos grãos e comprometer a produtividade. (ALBRECHT et al., 2012; TAIZ, et al. 2017).

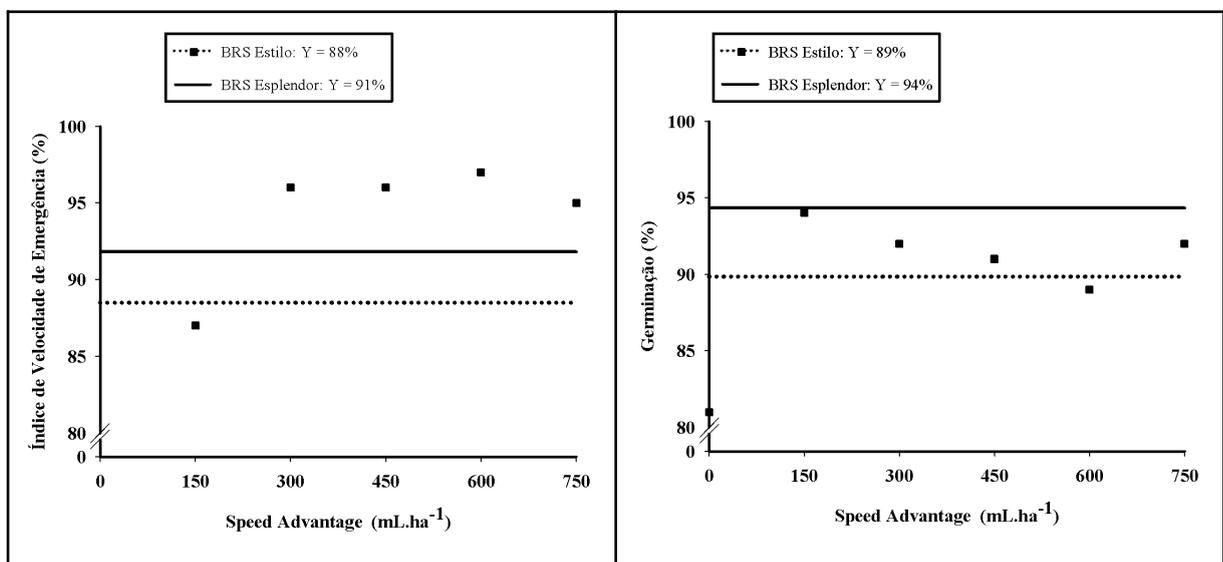
Estudos demonstram que a aplicação de bioestimulantes na cultura da soja pode aumentar significativamente a produtividade. Por exemplo, Batista Filho et al. (2013) observaram que a aplicação de Stimulate® via sementes resultou em incremento na produtividade de até 39% a mais que a testemunha sem aplicação de bioestimulantes. Além disso, Minikowski (2018) constatou que o uso de fertilizantes foliares à base de aminoácidos,

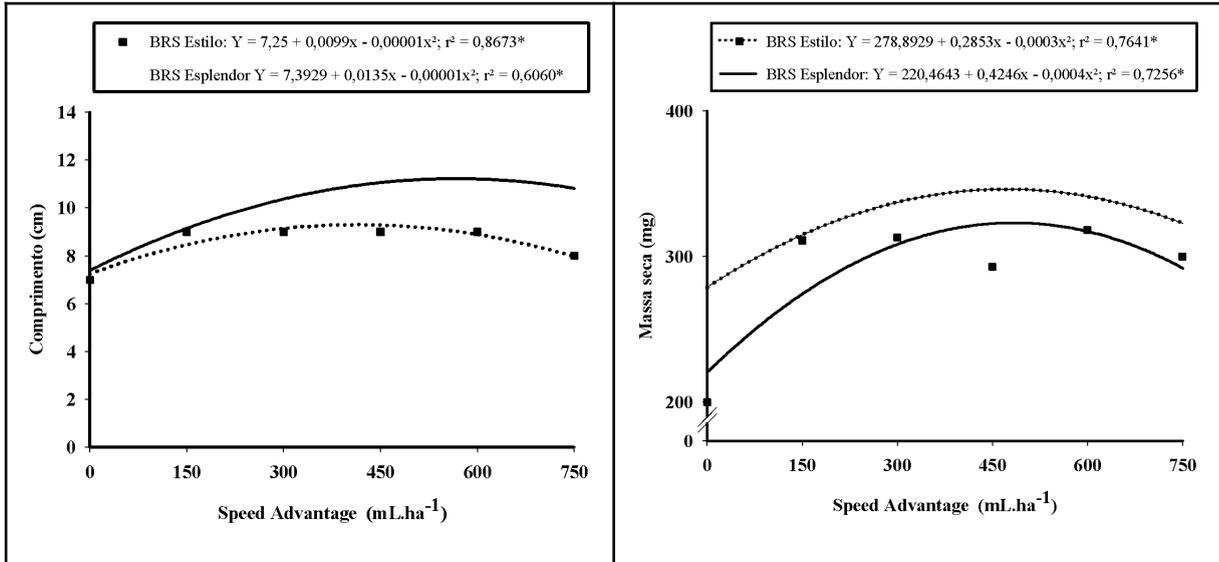
aplicados durante a fase vegetativa, influenciou positivamente o desenvolvimento da soja, melhorando a sanidade e nutrição das plantas, resultando em incremento na produtividade. Esses resultados indicam que a utilização de bioestimulantes e aminoácidos pode ser estratégia eficaz para aumentar a produtividade. Em feijão, o uso de bioestimulantes, nas diferentes doses e formas de aplicação aumenta a produtividade (DOURADO NETO, et. al, 2014).

Em experimentos com a aplicação do bioestimulante Agri Algas® nas doses de 0,25, 0,50, 0,75 e 1 L.ha⁻¹ na cultura do feijão-comum, não foi possível aferir significância entre as diferentes doses e a testemunha sem aplicação do bioestimulante para a variável produtividade. Apesar disso, foi possível verificar que o uso de bioestimulantes resultou em maior rendimento econômico nas doses 0,25 e 0,50 L.ha⁻¹. No entanto, nas maiores doses, observou-se declínio na receita bruta (SOUSA et al., 2023). Resultados semelhantes também foram encontrados no trabalho com uso de bioestimulantes, onde não resultou em aumento significativo na produtividade do feijoeiro (FRASCA et al., 2020; SILVA et. al 2016).

4.3.3 qualidade de sementes

Após Análise de Variância, para componentes de qualidade de sementes foi possível detectar diferença entre cultivares e doses no Índice de Velocidade de Emergência, % de Germinação e Comprimento de Plântulas, Massa Seca de Plântula (P-valor < 5 %). Deste modo, foi realizado o desdobramento da interação, mas não foi possível encontrar um modelo matemático que explicasse o comportamento dos dados ajustando-se portanto, a linha média para Índice de Velocidade de Emergência e de Germinação (Figura 3).





3) Relação entre a variável Speed Advantage® (mL·ha⁻¹) Índice de Velocidade de Emergência e % de Germinação, Comprimento de Plântulas, duas cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) (BRS Estilo e BRS Esplendor).

Os resultados indicam que não houve interação entre as cultivares e doses para índice de velocidade de emergência, e a % de germinação seguiu comportamento semelhante (Figura 3), de modo que a cultivar BRS Esplendor alcançou médias de 91% no índice de velocidade de emergência, enquanto o BRS Estilo obteve 88%. Já para a germinação, o cultivar BRS Esplendor manteve taxa de germinação superior, com média de 94%, em relação ao BRS Estilo, que obteve média de 89%. Nenhum modelo avaliado, linear ou quadrático, ajusta-se aos dados. Esses resultados sugerem que a aplicação do Speed Advantage® não comprometeu a germinação ou o índice de velocidade de emergência, mantendo-se dentro de uma faixa estável ao longo das doses testadas.

O comprimento de plântula das cultivares de feijão-comum BRS Estilo e BRS Esplendor o modelo que mais se ajustou aos dados foi quadrática crescente com o aumento das doses do bioestimulante Speed Advantage®, com posterior decréscimo a partir de uma dose ótimo, indicando comportamento típico de máxima eficiência fisiológica. A cultivar BRS Estilo atingiu o maior comprimento de plântula (10,7cm) com a dose estimada de 495 mL·ha⁻¹, enquanto para a BRS Esplendor a dose máxima eficiente foi de 675 mL·ha⁻¹, resultando em um comprimento de aproximadamente 11,9 cm. Os coeficientes de determinação das equações de regressão ajustadas foram 0,8673 e 0,6060, respectivamente, evidenciando maior ajuste para a cultivar BRS Estilo. Esses resultados indicam que doses moderadas do bioestimulante favorecem o crescimento inicial das plântulas, porém, em concentrações mais elevadas, há provável saturação ou interferência negativa nos processos fisiológicos, o que reforça a importância da definição de doses específicas para cada cultivar.

A massa seca de plântulas das cultivares BRS Estilo e BRS Esplendor, também tiveram o modelo quadrático como o que melhor representou comportamento das cultivares em relação às doses do bioestimulante Speed Advantage®, indicando a existência de uma dose máxima eficiente (DME) para cada genótipo. A cultivar BRS Estilo apresentou maior acúmulo de massa seca com a aplicação de aproximadamente $476 \text{ mL}\cdot\text{ha}^{-1}$ e massa seca de plântula de 346 mg, enquanto para a BRS Esplendor a dose ótima foi de $531 \text{ mL}\cdot\text{ha}^{-1}$ e 333 mg. O padrão de resposta confirma o efeito benéfico do bioestimulante em promover o crescimento inicial das plântulas, refletido no maior acúmulo de biomassa, especialmente em doses intermediárias. Entretanto, doses elevadas podem causar efeitos inibitórios, possivelmente por excesso de estímulos hormonais ou desbalanços metabólicos. Esses resultados reforçam a necessidade de calibração de doses específicas para cada cultivar visando otimizar o desempenho fisiológico nas fases iniciais de desenvolvimento.

Em estudo realizado por Silva et al. (2012), avaliando diferentes concentrações do Fertiactyl® LEG no crescimento inicial de soja e feijão, foi constatado aumento expressivo na produção de matéria seca das raízes. O uso do bioativador proporcionou acréscimos de 46% na massa seca das raízes de feijão e de 60% nas de soja, quando comparado ao tratamento controle. O tratamento das sementes com bioestimulante resultou em plântulas com maior comprimento, porém houve redução na germinação, na velocidade de germinação e na emergência. Por outro lado, o uso de condicionamento com água associada ao bioestimulante possibilitou a manutenção de percentual germinativo superior a 80% mesmo após quatro meses de armazenamento em ambiente natural. A cultivar BRS Horizonte destacou-se com os melhores índices de qualidade fisiológica, reflexo da elevada qualidade inicial do lote (RAMOS et. al, 2015).

O bioestimulante favoreceu a germinação das sementes de feijão-comum. O tratamento com 10 mL de bioestimulante por kg de sementes proporcionou o aumento da porcentagem e da velocidade de germinação, bem como o alongamento da parte aérea e das raízes, além de promover o incremento da biomassa fresca e seca das raízes. Esses resultados sugerem que a utilização de bioestimulante é uma estratégia promissora para melhorar a germinação das sementes de feijão-comum (WYLOT et. al, 2019)

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação foliar do bioestimulante Speed Advantage® influenciou significativamente o desempenho fisiológico e produtivo das cultivares BRS Estilo e BRS Esplendor. A dose de máxima eficiência variou conforme a variável analisada, sendo as faixas de 380 a 500 mL.ha⁻¹ as mais promissoras para otimizar índices fisiológicos e a produtividade. Portanto, o uso racional de bioestimulantes representa uma estratégia eficiente e sustentável para o cultivo de feijão-comum em Goiás.

4.5 REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, L. P. et al. Biorregulador na composição química e na produtividade de grãos de soja. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 774-782, 2012.
- BATISTA FILHO, C. G. et al. Efeito do Stimulate nas características agrônômicas da soja. *Acta Iguazu*, Cascavel, v. 2, p. 76-86, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395 p.
- CASTIANO, B. U. L.; KIMURTO, P. K.; Ojwang, P. P. O. Combining ability of common bean (*Phaseolus vulgaris*) genotypes for root traits across diverse environments. *Plant Breeding*, v. 142, n. 1, p. 74-85, 2023.
- CERVEIRA, R.; POMPEU, G. B.; CUNHA, C. F. Percepção sobre adoção de tecnologia dos bioinsumos dos produtores rurais de grãos da região do Cerrado Brasileiro. *Revista Delos*, [S. l.], v. 18, n. 63, p. e3546, 2025.
- COLLA, C. E. K.; ROSA, H. A. Correlação de diferentes índices de vegetação com índice de clorofila e produtividade da cultura da soja. *Revista Thêma et Scientia*, v. 14, n. 2E, p. 26–27, 2024.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 11, safra 2023/24, n. 12 décimo segundo levantamento, setembro 2024. Disponível <[Conab - Boletim da Safra de Grãos](#)> acesso em 11 out. de 2024.
- CORZO-RÍOS, L. J. Effect of cooking on nutritional and non-nutritional compounds in two species of *Phaseolus* (*P. vulgaris* and *P. coccineus*) cultivated in Mexico. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, [S.l.], v. 20, p. 100206, 2020.
- DALL AGNOL, W. F. et al. Comportamento agrônômico da cultura da soja em função de diferentes doses de bioestimulante via semente. *Ciências Agrárias: o avanço da ciência no Brasil*, v. 5, p. 115–129, 2022.

- DOURADO NETO, D. et al. Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 30, supl. 1, p. 371-379, jun. 2014.
- EL-NAKHEL, C. et al. Effect of biostimulant application on plant growth, chlorophylls and hydrophilic antioxidant activity of spinach (*Spinacia oleracea* L.) grown under saline stress. *Horticulturae*, [S.l.], v. 8, n. 10, p. 971, 2022.
- FRASCA, L. L. de M. et al. Bioestimulantes no crescimento vegetal e desempenho agrônômico do feijão-comum de ciclo superprecoce. *Revista*, v. 13, n. 47, p. 27-41, D, 2020.
- HAMMAMI, H. et al. The behavior of heavy metals in relation to their influence on the common bean (*Phaseolus vulgaris*) symbiosis. *Environmental and Experimental Botany*, v. 193, p. 104670, 2022.
- JINDO, K. et al. Application of biostimulant products and biological control agents in sustainable viticulture: A review. *Frontiers in Plant Science*, Sec. Plant Symbiotic Interactions, v. 13, 17 out. 2022.
- LARA-ACOSTA, D. et al. Pectimorf® e Azofert-F® no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Culturas Tropicais*, Havana, v. 40, n. 4, 2019.
- MANDAL, S; A, U et al. Biostimulants and environmental stress mitigation in crops: A novel and emerging approach for agricultural sustainability under climate change. *Environmental Research*, v. 233, 2023
- MINIKOWSKI, A. L. Avaliação da produtividade de soja em resposta à utilização de fertilizantes foliares. 2018. Monografia (Graduação) – UTFPR, 24 f.
- MORALES-GUEVARA, D. et al. Efecto del QuitoMax® en plantas de *Phaseolus vulgaris* L. sometidas a dos regímenes de riego. II. variables fisiológicas. *Cultrop*, La Habana, v. 38, n. 4, p. 92-101, 2017.
- MYSTKOWSKA, Iwona. The Effect of Biostimulants on the Chlorophyll Content and Height of *Solanum tuberosum* L. *Plants. Journal of Ecological Engineering*, Biała Podlaska, v. 23, n. 9, p. 72–77, 2022.
- PEDÓ, T. et al. Correlação entre caracteres fisiológicos e agrônômicos para tomateiro. *Revista de la Facultad de Agronomía*, Universidad Nacional de La Plata, v. 120, n. 1, p. 1–10, 2021. DOI: <https://doi.org/10.24215/16699513e068>.
- PELACANI, R. P. et al. Efeito de biorreguladores na germinação e emergência de sementes de soja com diferentes vigores. *Revista Campo Digital*, v. 11, n. 1, p. 62–69, 2016.
- RAMOS, A. R. et al. Bioestimulante no condicionamento fisiológico e tratamento de sementes de feijão. *Revista Biociências*, Universidade de Taubaté, v. 21, n. 1, p. 76–88, 2015.

SILVA, A. N. da et al. Efeito da concentração de Fertiactyl LEG no desenvolvimento inicial de soja e feijão. In: Anais do XVII Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão, Cruz Alta – RS: Unicruz - Centro Gráfico, 2012.

SILVA, R. S. et al. Morfologia e produção de feijão comum em função da aplicação de bioestimulante. *Scientia Plena*, v. 12, n. 10, 2016.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 195 p.

SOUSA, G. M. de et al. Análise econômica do uso de bioestimulantes na cultura do feijão em diferentes métodos de aplicação. *Brazilian Journal of Science*, v. 2, n. 2, p. 24–31, 2023.

TAIZ, L. et al. *Fisiologia Vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

WYLOT, E. Avaliação da germinação de feijão submetido a diferentes tratamentos com bioestimulante. 2018. Monografia (Graduação) – UFFS, 31 p.

WYLOT, E. et al. Germinação de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. submetidas a diferentes tratamentos com bioestimulante. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 121–130, 2019.

YOKOYAMA, A. H. et al. Evolução do índice de área foliar e índice de SPAD na soja influenciada por formas de uso do solo na entressafra e adubação nitrogenada na cultura. *Mais Soja*, 2018. Disponível em: <https://maissoja.com.br/evolucao-do-indice-de-area-foliar-e-indice-de-spad-na-soja-influenciada-por-formas-de-uso-do-solo-na-entressafra-e-adubacao-nitrogenada-na-cultura/>. Acesso em: acesso em 13 dez 2024

5 CONCLUSÃO GERAL

A presente tese demonstra que tanto a escolha de genótipos adaptados quanto o uso de bioestimulantes influenciam significativamente o desempenho agrônomico e fisiológico do feijão-comum no Cerrado brasileiro. Genótipos como IAC 1849, CNFP 10798, VP 34 e CPF 11990 mostraram alta produtividade em diferentes ambientes, com destaque para Canarana – MT. O bioestimulante Speed Advantage®, em doses entre 380 e 500 mL ha⁻¹, promoveu ganhos fisiológicos e produtivos, além de melhorar a qualidade das sementes. Assim, a combinação entre melhoramento genético e manejo sustentável com bioestimulantes representa uma estratégia eficaz para aumentar a eficiência produtiva do feijão-comum em regiões de Cerrado.