

Boletim Técnico

14

Pesquisa e Desenvolvimento

2024
ISSN 2674-8177

Gerusa Pauli Kist Steffen
(organizadora)

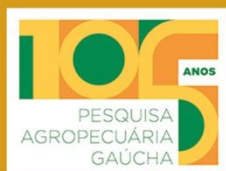


Imagem: Juliano Garcia Bertoldo

**Alternativas de bioinsumos
e nutrientes na cultura do feijão**



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA,
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA,
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO

**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA,
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO DE DIAGNÓSTICO E PESQUISA
AGROPECUÁRIA**

BOLETIM TÉCNICO: Pesquisa e desenvolvimento

**ALTERNATIVAS DE BIOINSUMOS E NUTRIENTES NA
CULTURA DO FEIJÃO**

Gerusa Pauli Kist Steffen
Organizadora

Porto Alegre, RS
2024

Governador do Estado do Rio Grande do Sul: Eduardo Figueiredo Cavalheiro Leite.

Secretário da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação: Clair Tomé Kuhn

Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Rua Gonçalves Dias, 570 – Bairro Menino Deus

Porto Alegre | RS – CEP: 90130-060

Telefone: (51) 3288.8000

www.agricultura.rs.gov.br/ddpa

Diretor: Caio Fábio Stoffel Efrom

Comissão Editorial:

Loana Silveira Cardoso; Larissa Bueno Ambrosini; Lia Rosane Rodrigues; Bruno Brito Lisboa; Raquel Paz da Silva; Flávio Nunes.

Arte: Rodrigo Nolte Martins

Catálogo e normalização: Flávio Nunes

A466 Alternativas de bioinsumos e nutrientes na cultura do feijão / Gerusa Pauli Kist Steffen, organizadora. – Porto Alegre: SEAPI/DDPA, 2024.

45 p. : il. – (Boletim técnico : pesquisa e desenvolvimento, 2675-1348 ; n. 14)

Continuação de: Circular técnica, 1995-2016.

1. *Phaseolus vulgaris*. 2. Insumos biológicos. 3. Coinoculação. 4. *Rhizobium tropici*. 5. Fertilidade biológica. I. Steffen, Gerusa Pauli Kist. II. Série.

CDU 635.3

REFERÊNCIA

STEFFEN, Gerusa Pauli Kist (org.). **Alternativas de bioinsumos e nutrientes da cultura do feijão**. Porto Alegre: SEAPI/DDPA, 2024. 45 p. (Boletim técnico: pesquisa e desenvolvimento, 14)

Autores

Gerusa Pauli Kist Steffen

Engenheira Agrônoma; Doutora em Ciência do Solo – Pesquisadora do Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa Florestal, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária da Secretaria de Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação do Rio Grande do Sul, Santa Maria, RS. E-mail: gerusa-steffen@agricultura.rs.gov.br

Ricardo Bemfica Steffen

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo – Pesquisador da BioTec RS – Tecnologia e Consultoria, Santa Maria, RS. E-mail: agronomors@gmail.com

Juliano Garcia Bertoldo

Biólogo; Doutor em Recursos Genéticos Vegetais – Pesquisador do Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa da Agricultura Familiar, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária da Secretaria de Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação do Rio Grande do Sul, Maquiné, RS. E-mail: juliano-bertoldo@agricultura.rs.gov.br

Luis Fernando Rodrigues de Oliveira

Engenheiro Agrônomo, Extensionista Rural – Emater/RS - ASCAR, Escritório Regional de Santa Maria, RS. E-mail: luisoliveira@emater.tche.br

Luana Fernandes Tironi

Engenheira Agrônoma, Doutora em Engenharia Agrícola, Extensionista Rural Agropecuário – Emater/RS - ASCAR, Escritório Municipal de Agudo, RS. E-mail: ltironi@emater.tche.br

Alencar Paulo Rugeri

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Extensionista Rural Agropecuário e Coordenador Estadual na Área de Grãos da Emater/RS – ASCAR, Porto Alegre, RS. E-mail: arugeri@emater.tche.br

Rodrigo Favreto

Engenheiro Agrônomo; Doutor em Ciências Botânicas – Pesquisador do Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa da Agricultura Familiar, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária da Secretaria de Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação do Rio Grande do Sul, Maquiné, RS. E-mail: rodrigo-favreto@agricultura.rs.gov.br

Raquel Paz da Silva

Engenheira Agrônoma; Doutora em Fruticultura – Pesquisadora do Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa Agronômica, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária da Secretaria de Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. E-mail: raquel-silva@agricultura.rs.gov.br

Anelise Beneduzi da Silveira

Bióloga; Doutora em Genética e Biologia Molecular – Pesquisadora do Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa Agronômica, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária da Secretaria de Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. E-mail: anelise-silveira@agricultura.rs.gov.br

Madalena Boeni

Engenheira Agrônoma; Doutora em Ciência do Solo – Pesquisadora do Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa Florestal, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária da Secretaria de Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação do Rio Grande do Sul,

Santa Maria, RS. E-mail: madalena-boeni@agricultura.rs.gov.br

Adriane Luiza Schú

Engenheira Agrônoma; Doutora em Ciência do Solo – Pesquisadora do Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa Florestal, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária da Secretaria de Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação do Rio Grande do Sul, Santa Maria, RS. E-mail: adriane-schu@agricultura.rs.gov.br

Liege Camargo da Costa

Engenheira Agrônoma; Doutora em Agronomia – Pesquisadora do Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa em Sementes, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária da Secretaria de Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação do Rio Grande do Sul, Júlio de Castilhos, RS. E-mail: liege-costa@agricultura.rs.gov.br

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 CULTIVARES DE FEIJÃO AVALIADOS.....	18
3 ESTUDOS REALIZADOS	19
3.1 Ensaio de compatibilidade dos agentes de bioinsumos	20
3.2 Ensaio de produtividade em condições de campo...21	
4 RESULTADOS	25
4.1 Ensaio de compatibilidade dos agentes de bioinsumos em condições de laboratório	25
4.2 Ensaio em condições de campo	27
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
6 AGRADECIMENTOS.....	40
REFERENCIAS	41

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Cultivo de feijão cultivar Fepagro Triunfo na localidade de Linha Araçá, município de Agudo (RS).22
- Figura 2.** Cultivo de feijão cultivar RS Centenário na localidade de Linha Nova, município de Agudo (RS).23
- Figura 3.** Crescimento de *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma asperellum* (A), *Rhizobium tropici* SEMIA 4077 e 4088 (B) e dos três microrganismos em meio de cultura (C), inoculados pela técnica de tratamento de sementes de feijão cultivar FEPAGRO Triunfo.26
- Figura 4.** Número médio de vagens de feijão dos cultivares FEPAGRO Triunfo (A) e RS Centenário (B) com e sem a utilização de bioinsumos. Cultivo em condições de campo no município de Agudo, RS. Médias de seis plantas.....27
- Figura 5.** Número médio e uniformidade de vagens de feijão dos cultivares FEPAGRO Triunfo (A) e RS Centenário (B) com e sem a utilização de bioinsumos no estágio fenológico R8. Cultivo em condições de campo no município de Agudo, RS. Imagens de duas plantas por tratamento (P1= planta 1, P2= planta 2).....28
- Figura 6.** Diâmetro do colo das plantas de feijão dos cultivares FEPAGRO Triunfo (A) e RS Centenário (B) com e sem a utilização de bioinsumos. Cultivo em condições de campo no município de Agudo, RS. Médias de seis plantas. 29
- Figura 7.** Massa fresca das raízes de plantas de feijão dos cultivares FEPAGRO Triunfo (A) e RS Centenário (B) com e

sem a utilização de bioinsumos. Cultivo em condições de campo no município de Agudo, RS. Médias de seis plantas. 30

Figura 8. Comparativo entre plantas de feijão cultivar FEPAGRO Triunfo cultivadas sem e com o uso dos insumos biológicos Bionutri®, Tanus® e Raizen®. Cultivo em condições de campo no município de Agudo, RS.32

Figura 9. Número total de nódulos fixadores de nitrogênio por sistema radicular de plantas de feijão dos cultivares FEPAGRO Triunfo (A) e RS Centenário (B) com e sem a utilização de bioinsumos. Médias de seis repetições.33

Figura 10. Produtividade média de plantas de feijão dos cultivares FEPAGRO Triunfo (A) e RS Centenário (B) com e sem a utilização de bioinsumos. Cultivo em condições de campo no município de Agudo, RS.35

Figura 11. Comparativo entre plantas de feijão cultivar RS Centenário tratadas (A) e não tratadas (B) com bioinsumos. Cultivo em condições de campo no município de Agudo, RS. Imagens de duas plantas por tratamento.36

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Características dos cultivares de feijão FEPAGRO Triunfo e RS Centenário.19
- Tabela 2.** Informações sobre os produtos comerciais e as doses utilizadas no tratamento referente ao uso dos bioinsumos e nutrientes no presente estudo.24

BOLETIM TÉCNICO:

Pesquisa e desenvolvimento

ALTERNATIVAS DE BIOINSUMOS E NUTRIENTES NA CULTURA DO FEIJÃO

Gerusa Pauli Kist Steffen¹, Ricardo Bemfica Steffen², Juliano Garcia Bertoldo¹, Luis Fernando Rodrigues de Oliveira³, Luana Fernandes Tironi³, Alencar Paulo Rugeri³, Rodrigo Favreto¹, Raquel Paz da Silva¹, Anelise Beneduzi da Silveira¹, Madalena Boeni¹, Adriane Luiza Schú¹, Liege Camargo da Costa¹

RESUMO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é mundialmente reconhecido por sua riqueza proteica e nutricional. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de feijão, com 2,7 milhões de hectares cultivados e produção anual média de três milhões de toneladas. Assim como para a maioria das culturas agrícolas, a produção de feijão comum enfrenta diversos desafios que afetam sua qualidade e produtividade, os quais podem ser superados com o auxílio da pesquisa técnica e científica. Este estudo objetivou avaliar a eficiência técnica do

¹ Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação (SEAPI), Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA).

² BioTec RS – Tecnologia e Consultoria.

³ Secretaria de Desenvolvimento Rural (SDR), Emater-RS/ASCAR.

uso de um conjunto de bioinsumos e nutrientes no cultivo de dois cultivares de feijão no estado do Rio Grande do Sul (RS). Em condições de laboratório, determinou-se a viabilidade técnica da coinoculação dos agentes microbianos fúngicos e bacterianos nas sementes. Ensaios de campo foram conduzidos em duas propriedades rurais do município de Agudo, RS, nos meses de novembro de 2023 a fevereiro de 2024, com os cultivares FEPAGRO Triunfo e RS Centenário. Dois únicos tratamentos foram avaliados, correspondentes ao uso ou não da combinação de bioinsumos e nutrientes. O tratamento controle recebeu adubação de base (formulação N-P-K) e adubação nitrogenada de cobertura (ureia). O tratamento com bioinsumos e nutrientes recebeu adubação de base (formulação N-P-K) e tratamento de sementes com inoculante BIONUTRI®, TANUS® e RAIZEN®. Determinações dos parâmetros diâmetro da haste (cm), número total de vagens por planta, massa fresca do sistema radicular e número total de nódulos fixadores de nitrogênio por planta foram realizadas no estágio fenológico R8. Avaliações de produtividade de grãos foram realizadas aos 100 dias após a semeadura para o cultivar FEPAGRO Triunfo e aos 90 dias após a semeadura para o cultivar RS Centenário. Observou-se crescimento compatível entre os microrganismos fúngicos e bacterianos avaliados, comprovando a viabilidade da prática de coinoculação em sementes de feijão. O uso combinado do inoculante de *Rhizobium tropici* SEMIA 4077 e 4080, do produto à base de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum* e *Bacillus amyloliquefaciens*, e do enraizador à base de algas marinhas, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, cobalto, molibdênio e silício, incrementou significativamente a produtividade de grãos de feijão dos cultivares FEPAGRO

Triunfo e RS Centenário. Os incrementos produtivos observados resultaram do somatório dos incrementos que os bioinsumos proporcionaram sobre o desenvolvimento das raízes, o diâmetro da haste da planta, o número de nódulos fixadores de nitrogênio e o número de vagens por planta, comprovando os benefícios do uso dos bioinsumos e nutrientes avaliados sobre a produtividade da cultura do feijão no estado do RS.

Palavras-chave: Insumos biológicos. *Phaseolus vulgaris*.
Microrganismos. Promotores de crescimento vegetal.

ABSTRACT

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is recognized worldwide for its protein and nutritional richness. Brazil is the world's third largest bean producer, with 2.7 million hectares cultivated and an average annual production of three million tons. As with most agricultural crops, the production of common beans faces several challenges that affect its quality and productivity, which can be overcome with the help of technical and scientific research. This study aimed to evaluate the technical efficiency of using a set of bioinputs and nutrients in the cultivation of two common bean cultivars in the Rio Grande do Sul (RS) State. The technical feasibility of coinoculating fungal and bacterial microbial agents in the seeds was determined under laboratory conditions. Field trials were conducted on two rural properties in the municipality of Agudo, RS, from November 2023 to February 2024, with the cultivars FEPAGRO Triunfo and RS Centenário. Two unique treatments were evaluated, corresponding to the use or not of the combination of bioinputs and nutrients. The control treatment received base fertilization (N-P-K formulation) and nitrogen topdressing fertilization (urea). The treatment with bioinputs and nutrients received base fertilization (N-P-K formulation) and seed treatment with BIONUTRI® inoculant, TANUS® and RAIZEN®. The parameters stem diameter (cm), total number of pods per plant, fresh mass of the root system and total number of nitrogen-fixing nodules per plant were determined at the R8 phenological stage. Grain yield assessments were performed at 100 days after sowing for the FEPAGRO Triunfo cultivar and at 90 days after sowing for the RS Centenário cultivar. Compatible growth was observed

between the fungal and bacterial microorganisms evaluated, proving the viability of the co-inoculation practice in bean seeds. The combined use of the *Rhizobium tropici* inoculant SEMIA 4077 and 4080, the product based on *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum* and *Bacillus amyloliquefaciens*, and the rooting agent based on seaweed, humic acids, fulvic acids, cobalt, molybdenum and silicon, significantly increased the productivity of bean grains of the FEPAGRO Triunfo and RS Centenário cultivars. The observed productive increases resulted from the sum of the increases that the bioinputs provided on the development of the roots, the diameter of the plant stem, the number of nitrogen-fixing nodules and the number of pods per plant, proving the benefits of the use of the bioinputs and nutrients evaluated on the productivity of the bean crop in the RS State.

Keywords: Biological inputs. *Phaseolus vulgaris*. Microorganisms. Plant growth promoters.

1 INTRODUÇÃO

O feijão corresponde a um dos grãos conhecidos por sua riqueza proteica, sendo amplamente consumido em muitos países da América do Sul como importante fonte de fibras e diversos nutrientes essenciais (Singh; Dukariya; Kumar, 2020). Dentre as espécies do gênero *Phaseolus*, o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) destaca-se na produção, levando o Brasil à posição de terceiro maior produtor mundial desta cultura no mundo (Frasca *et al.*, 2020; Alves *et al.*, 2022). Atualmente, o País possui 2,7 milhões de hectares cultivados com feijão, com produção anual média de três milhões de toneladas.

A produção de feijão comum no Rio Grande do Sul (RS) é significativa dentro do cenário agrícola do estado, apesar de não ser o principal produto cultivado. A cultura é cultivada em diversas regiões, principalmente (acima de 75%) nas regiões ao norte do Estado (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, [2023]). O RS contribui para a produção nacional de feijão, embora em escala menor em comparação a alguns estados do País (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, [2023]).

O cultivo de feijão no RS ocorre tanto por agricultores familiares quanto por grandes produtores, sendo um produto importante na diversificação agrícola local (Sousa; Ferreira, 2021; Da Costa *et al.*, 2024). As variedades de feijão cultivadas incluem o feijão preto, carioca e outras variedades regionais adaptadas ao clima e às condições de solo do Estado. A produção é influenciada por fatores como clima, tecnologia agrícola disponível, mercado e políticas públicas de incentivo à agricultura.

A produção de feijão comum desempenha um papel fundamental na segurança alimentar e na economia do Brasil e do mundo (Nadeem *et al.*, 2021). Como um dos alimentos básicos da dieta brasileira, o feijão é fundamental para o abastecimento do mercado interno. Sua produção sustenta milhões de agricultores familiares em todo o País, contribuindo significativamente para a geração de empregos no setor agrícola (Weber, 2023). Devido às políticas públicas, o feijão comum é um componente vital na alimentação escolar e em programas de assistência social, garantindo acesso a uma nutrição adequada para uma grande parte da população brasileira (Casagrande; Cancelier; Beling, 2021).

A diversidade climática do Brasil permite que o feijão seja cultivado em várias regiões, promovendo a resiliência contra flutuações nos mercados globais e garantindo oferta estável de alimentos no mercado interno. A autossuficiência na produção de feijão comum também reduz a dependência de importações, fortalecendo a soberania alimentar do país (Andrade *et al.*, 2021; Carvalho *et al.*, 2023; Weber, 2023). Desta forma, a valorização e o incentivo à produção de feijão não só promovem a segurança alimentar e nutricional, mas também impulsionam o desenvolvimento econômico e social das comunidades rurais no Brasil.

Assim como para a maioria das culturas agrícolas, a produção de feijão comum enfrenta diversos desafios que afetam sua qualidade, produtividade e competitividade no mercado global. Um dos principais desafios é a variabilidade climática, que inclui secas, chuvas irregulares e temperaturas extremas (Capristo *et al.*, 2020; Frasca *et al.*, 2020; Karavidas *et al.*, 2022). Esses fenômenos climáticos podem comprometer severamente os rendimentos das colheitas,

levando a perdas significativas para os agricultores e impactando o abastecimento do mercado interno. Concomitantemente às questões climáticas, a incidência de pragas e doenças representa outro desafio crítico para a cultura (Zocal *et al.*, 2023). O feijão está sujeito a uma variedade de pragas, como brocas, ácaros e nematoides, bem como doenças fúngicas e bacterianas que podem devastar plantações inteiras se não forem controladas adequadamente (Naseri; Younesi, 2021; Siqueira *et al.*, 2021).

A limitada resistência das variedades de feijão a esses agentes patogênicos agrava ainda mais a situação, exigindo constantes esforços de pesquisa e desenvolvimento para identificar e desenvolver variedades mais resistentes. Além disso, questões relacionadas à infraestrutura agrícola, como acesso limitado a tecnologias de irrigação e manejo do solo, bem como deficiências no sistema de transporte e armazenamento, também são desafios significativos (Naseri; Younesi, 2021). Esses fatores podem aumentar os custos de produção e logística, reduzindo a competitividade dos produtores brasileiros no mercado global.

Faz-se necessário enfoque em estratégias e sistemas de produção que visem o máximo rendimento econômico da cultura. Neste contexto de busca por alternativas para melhoria do sistema produtivo do feijão, os bioinsumos desempenham papel de grande importância na agricultura, oferecendo uma abordagem sustentável e eficaz para promover o crescimento das plantas e melhorar a qualidade biológica do solo. A utilização de bioinsumos na produção agrícola tem resultado em incrementos na produtividade das culturas, resultantes dos estímulos à ocorrência de simbioses entre microrganismos e plantas, que beneficiam a nutrição

vegetal, a proteção de plantas e as relações entre solo, plantas, microrganismos e atmosfera. Além dos benefícios diretos à qualidade das plantas, o uso de bioinsumos também possibilita a redução do uso de pesticidas nos cultivos, reduzindo a contaminação do solo e da água por resíduos de insumos químicos, representando um marco importante na produção agrícola que visa garantir a sustentabilidade ambiental.

Enfrentar os desafios da produção de feijão comum requer um esforço coordenado entre a pesquisa, a extensão rural e os agricultores, para incentivar a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, desenvolver variedades resistentes e utilizar tecnologias e ferramentas que assegurem maior estabilidade na produção do grão. A superação desses desafios não apenas fortalecerá a produção de feijão, mas também contribuirá para a segurança alimentar e o desenvolvimento socioeconômico das comunidades rurais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência técnica do uso de um conjunto de bioinsumos e nutrientes no cultivo de dois cultivares de feijão, visando oportunizar a produtores rurais do estado do Rio Grande do Sul o uso de bioinsumos e o possível aumento da produtividade da cultura.

2 CULTIVARES DE FEIJÃO AVALIADOS

Para este estudo, foram selecionadas os cultivares de feijão FEPAGRO Triunfo (feijão preto) e RS Centenário (rajado), ambos desenvolvidos pelo Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA) da Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação (SEAPI) do Estado do Rio Grande do Sul. As características dos cultivares de feijão estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características dos cultivares de feijão FEPAGRO Triunfo e RS Centenário.

Características	FEPAGRO Triunfo	RS Centenário
Grupo comercial	Preto	Rajado
Cor	Preto	Bege com estrias roxas
Peso de mil sementes	238,3 gramas	343 gramas
Época de semeadura	Safra e safrinha	Safra e safrinha
Tempo médio de cozimento	32' 14"	25'

Fonte: Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária ([2013]); Bertoldo *et al.* (2022).

3 ESTUDOS REALIZADOS

O efeito do uso combinado de bioinsumos na cultura do feijão foi avaliado em condições de campo, para determinação da produtividade, e em condições de laboratório, para verificar a interação dos agentes microbianos fúngicos e bacterianos após a coinoculação nas sementes.

3.1 Ensaio de compatibilidade dos agentes de bioinsumos

A compatibilidade entre os agentes dos bioinsumos *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum* e *Rhizobium tropici* SEMIA 4077 e 4088 coinoculados em sementes de feijão cultivar FEPAGRO Triunfo, foi avaliada no laboratório de Insumos Biológicos do Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA/SEAPI) de Santa Maria, RS.

A viabilidade da inoculação conjunta de agentes microbianos é fator importante para garantir o sucesso e os benefícios do uso de bioinsumos em condições de campo. As espécies fúngicas *T. harzianum* e *T. asperellum* foram isoladas diretamente do produto comercial TANUS® e multiplicadas em placas de Petri contendo meio de cultura Batata-dextrose-ágar (BDA). A espécie bacteriana *R. tropici* SEMIA 4077 e 4088 foi obtida diretamente do produto comercial BIONUTRI®, de formulação sólida à base de turfa inoculada com as estipes correspondentes.

O produto comercial TANUS® apresenta formulação em pó, sendo composto por três microrganismos de crescimento compatível: as espécies fúngicas *T. harzianum* e *T. asperellum*, e a espécie bacteriana *Bacillus amyloliquefaciens*. Para este estudo, optou-se por realizar o isolamento das espécies fúngicas em laboratório, para avaliar a viabilidade de inoculação das duas espécies do gênero *Trichoderma* e da bactéria fixadora de nitrogênio *R. tropici* proveniente do produto comercial BIONUTRI®. Excluiu-se, propositalmente, a bactéria *B. amyloliquefaciens* do ensaio *in vitro*, para evitar possíveis equívocos de contagem entre as colônias bacterianas dos gêneros *Bacillus* e *Rhizobium*.

Foram avaliados três tratamentos, correspondentes à inoculação individual das espécies de *Trichoderma* sp. (T1), inoculação individual de *R. tropici* (T2), e coinoculação de *Trichoderma* sp. e *R. tropici* (T3). Para a coinoculação dos agentes microbianos nas sementes de feijão do cultivar FEPAGRO Triunfo, foram utilizadas dosagens equivalentes às indicadas para o tratamento das sementes em condições de campo. Para cada kg de sementes de feijão, foram adicionados 10 gramas do inoculante turfoso BIONUTRI® e 2mL de inóculo líquido contendo esporos das espécies fúngicas *T. harzianum* e *T. asperellum*, provenientes do produto TANUS®. Os inoculantes foram adicionados diretamente sobre as sementes e homogeneizados dentro de uma embalagem plástica esterilizada. Em câmara de fluxo laminar, a embalagem plástica foi aberta e as sementes dispostas em placas de Petri contendo meio de cultura BDA, as quais permaneceram em ambiente controlado de temperatura (25 °C) e luminosidade (fotoperíodo de 12 horas) durante cinco dias. Passado este período, as placas de Petri foram analisadas quanto ao crescimento dos microrganismos inoculados.

3.2 Ensaios de produtividade em condições de campo

Os ensaios de campo foram conduzidos em duas propriedades rurais do município de Agudo, RS, nos meses de novembro de 2023 a fevereiro de 2024. Na propriedade pertencente à família do agricultor Ângelo Severo, localizada na Linha Araçá (Figura 1), a semeadura do cultivar FEPAGRO Trinfo ocorreu em 10/11/2023. A emergência das plântulas foi observada no dia 16/11/2023, sendo a adubação de base

realizada com a adição de 380 kg por hectare da formulação NPK 10-16-10. A colheita foi realizada no dia 19/02/2024.



Figura 1. Cultivo de feijão cultivar Fepagro Triunfo na localidade de Linha Araçá, município de Agudo (RS).

Fonte: Luis Fernando Rodrigues de Oliveira.

Na propriedade do agricultor Edenir Schmengler, localizada na Linha Nova (Figura 2), a semeadura do cultivar RS Centenário ocorreu em 30/11/2023 e a emergência das plântulas em 05/12/2023. A adubação de base foi realizada com a adição de 160 kg por hectare de formulação organomineral NPK 12-06-12. A colheita foi realizada no dia 27/02/2024.



Figura 2. Cultivo de feijão cultivar RS Centenário na localidade de Linha Nova, município de Agudo (RS).

Fonte: Luis Fernando Rodrigues de Oliveira (A) e Juliano Garcia Bertoldo (B).

Foram avaliados dois únicos tratamentos, correspondentes ao uso ou não da combinação de bioinsumos e nutrientes. O tratamento controle recebeu adubação de base (formulação N-P-K) e adubação nitrogenada de cobertura (ureia). O tratamento com bioinsumos e nutrientes recebeu adubação de base (formulação N-P-K) e tratamento de sementes com inoculante BIONUTRI®, TANUS® e RAIZEN®. Informações sobre a composição dos bioinsumos e a dose aplicada estão apresentadas na tabela 2.

Tabela 2. Informações sobre os produtos comerciais e as doses utilizadas no tratamento referente ao uso dos bioinsumos e nutrientes no presente estudo.

Insumos biológicos	Dose aplicada
BIONUTRI®: inoculante de <i>Rhizobium tropici</i> SEMIA 4077 e 4080	250g / 25 kg de sementes
TANUS®: <i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Trichoderma asperellum</i> e <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	30g / 50 kg de sementes
RAIZEN®: algas marinhas, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, cobalto, molibdênio e silício	0,5 L/ha

Visitas técnicas às propriedades foram realizadas periodicamente pelos técnicos e extensionistas da Emater-RS/Ascar para o acompanhamento dos ensaios. Parâmetros de crescimento da parte aérea e das raízes das plantas de ambas os cultivares avaliadas foram determinados no estádio fenológico R8, correspondente ao enchimento das vagens. As determinações de diâmetro do colo ou da haste da planta (cm), número total de vagens por planta, massa fresca do sistema radicular e número total de nódulos fixadores de nitrogênio por planta foram realizadas no laboratório de Insumos Biológicos do DDPA, localizado no município de Santa Maria, RS. As avaliações de produtividade de grãos foram realizadas ao final do ciclo da cultura, aos 100 dias após a semeadura para o cultivar FEPAGRO Triunfo, e aos 90 dias após a semeadura para o cultivar RS Centenário.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

4 RESULTADOS

4.1 Ensaio de compatibilidade dos agentes de bioinsumos em condições de laboratório

Observou-se crescimento compatível entre os microrganismos fúngicos e bacterianos avaliados, comprovando a viabilidade da prática de coinoculação em sementes de feijão (Figura 3).

Outro efeito positivo observado nos testes de avaliação *in vitro* foi o estímulo à germinação das sementes nos tratamentos onde houve a inoculação da bactéria *R. tropici* SEMIA 4077 e 4088, tanto isoladamente quanto em conjunto com os fungos do gênero *Trichoderma* (Figura 3).

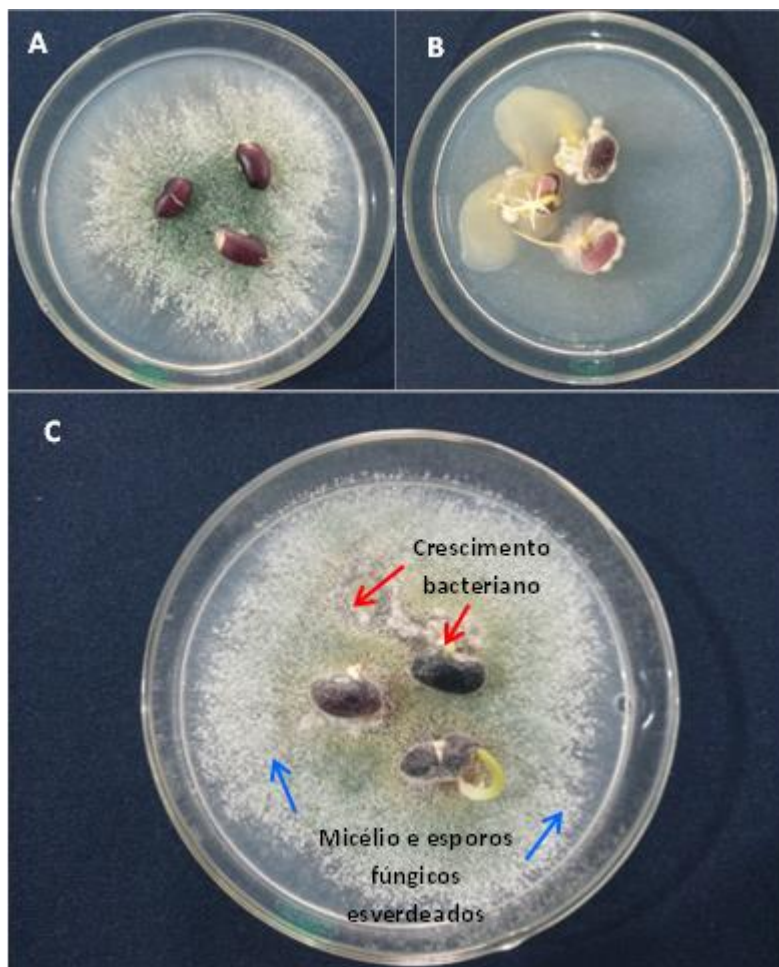


Figura 3. Crescimento de *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma asperellum* (A), *Rhizobium tropici* SEMIA 4077 e 4088 (B) e dos três microrganismos em meio de cultura (C), inoculados pela técnica de tratamento de sementes de feijão cultivar FEPAGRO Triunfo.

Fonte: Gerusa Pauli Kist Steffen e Ricardo Bemfica Steffen.

4.2 Ensaios em condições de campo

A utilização dos bioinsumos na cultura do feijão elevou, em valores absolutos, o número médio de vagens por planta para os dois cultivares de feijão avaliados (Figura 4).

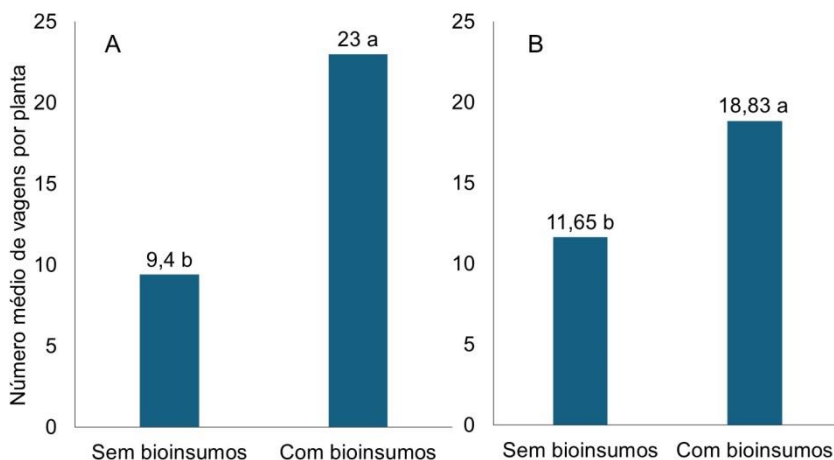


Figura 4. Número médio de vagens de feijão dos cultivares FEPAGRO Triunfo (A) e RS Centenário (B) com e sem a utilização de bioinsumos. Cultivo em condições de campo no município de Agudo, RS. Médias de seis plantas.

Além do incremento no número total de vagens por planta, o uso dos bioinsumos proporcionou maior uniformidade no tamanho das vagens de feijão dos cultivares FEPAGRO Triunfo e RS Centenário (Figura 5). A uniformidade do tamanho as vagens é um fator agrônômico importante, que reflete a qualidade do ambiente produtivo.

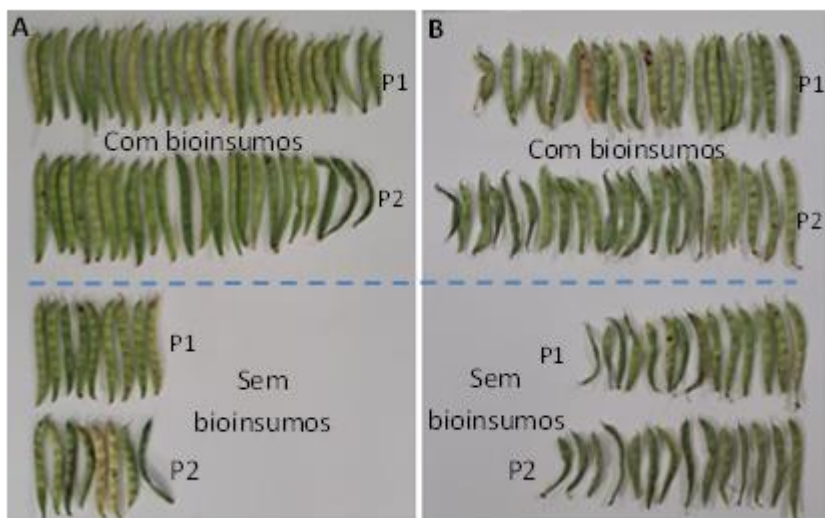


Figura 5. Número médio e uniformidade de vagens de feijão dos cultivares FEPAGRO Triunfo (A) e RS Centenário (B) com e sem a utilização de bioinsumos no estágio fenológico R8. Cultivo em condições de campo no município de Agudo, RS. Imagens de duas plantas por tratamento (P1= planta 1, P2= planta 2).

Fonte: Gerusa Pauli Kist Steffen e Ricardo Bemfica Steffen.

As plantas de feijão que receberam a aplicação dos bioinsumos e nutrientes no momento da semeadura apresentaram maior diâmetro médio do coleto ou da haste principal da planta em comparação às plantas do tratamento testemunha, que não receberam aplicação dos bioinsumos (Figura 6). Plantas com maior diâmetro médio da haste apresentam sistema vascular mais desenvolvido e com maior capacidade de transportar água e nutrientes do sistema

radicular para a parte aérea das plantas, com benefícios diretos sobre a produtividade das culturas (Ribeiro *et al.*, 2018).

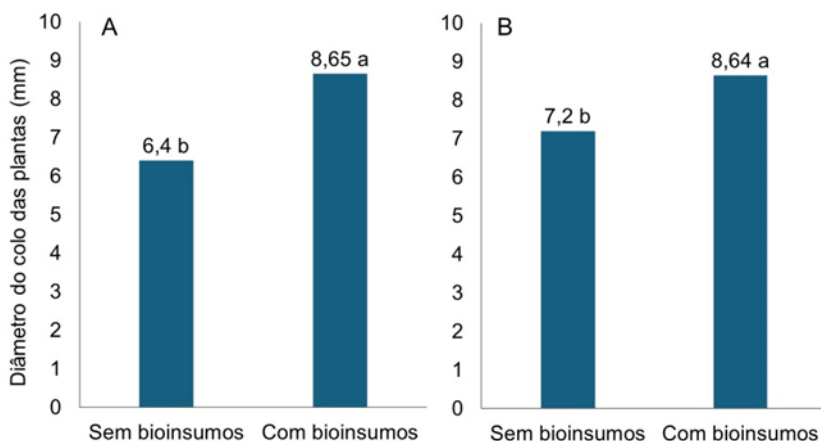


Figura 6. Diâmetro do colo das plantas de feijão dos cultivares FEPAGRO Triunfo (A) e RS Centenário (B) com e sem a utilização de bioinsumos. Cultivo em condições de campo no município de Agudo, RS. Médias de seis plantas.

Incremento no desenvolvimento do sistema radicular também foi observado nas plantas de feijão que receberam o tratamento com os bioinsumos em comparação às plantas não tratadas com os microrganismos e o extrato de algas. O incremento de massa fresca de raízes observado com a utilização de bioinsumos foi de 84,5% para o cultivar FEPAGRO Triunfo, e de 51,9% para o cultivar RS Centenário (Figura 7).

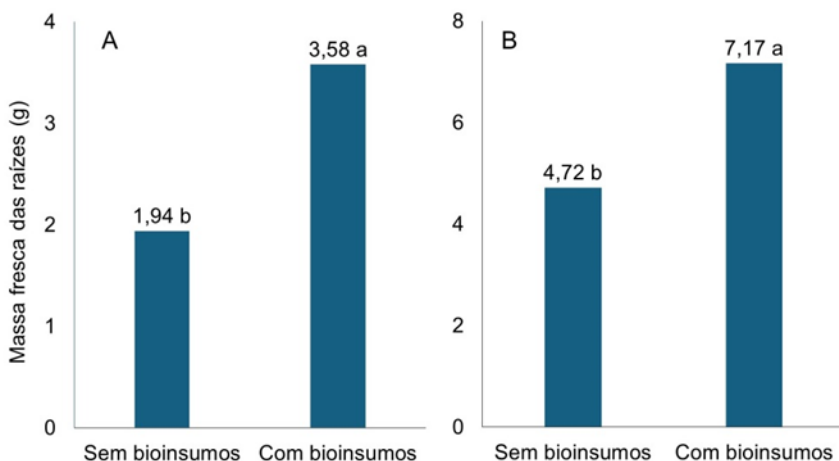


Figura 7. Massa fresca das raízes de plantas de feijão dos cultivares FEPAGRO Triunfo (A) e RS Centenário (B) com e sem a utilização de bioinsumos. Cultivo em condições de campo no município de Agudo, RS. Médias de seis plantas.

O estímulo ao desenvolvimento radicular e à parte aérea das plantas pela ação de alguns grupos de microrganismos e pela presença de compostos húmicos, tem sido frequentemente relatado pela pesquisa em diversas culturas agrícolas. Fungos do gênero *Trichoderma* e bactérias do gênero *Bacillus*, que são os bioagentes do produto comercial TANUS®, promovem crescimento vegetal por aumentar a disponibilidade de nutrientes como nitrogênio e fósforo no solo, melhorar a absorção de água pelas raízes, sintetizar hormônios de crescimento, além de controlar biologicamente fitopatógenos e mitigar estresses vegetais

(Contreras-Cornejo *et al.*, 2024; Kumar *et al.*, 2024). Sua aplicação na agricultura não apenas reduz a necessidade de agroquímicos, mas também melhora a saúde do solo e aumenta a produtividade das culturas (Swathy; Nisha; Vivekanandhan, 2024).

Aliado aos efeitos benéficos do uso de microrganismos na agricultura, a utilização de ácidos, compostos e extratos orgânicos apresenta-se como alternativas eficientes no manejo das lavouras (Oliveira *et al.*, 2023; Santos *et al.*, 2023). As algas marinhas são ricas em nutrientes essenciais para as plantas, tais como nitrogênio (N), potássio (K), fósforo (P), além de conterem uma variedade de vitaminas, aminoácidos e hormônios de crescimento que estimulam o desenvolvimento das plantas. Esses compostos ajudam a aumentar a resistência das culturas a estresses ambientais, como seca e salinidade, melhoram a absorção de nutrientes do solo e promovem o crescimento radicular. Além disso, os ácidos orgânicos, como os ácidos húmico e fúlvicos, provenientes de matéria orgânica decomposta, auxiliam na melhoria da estrutura do solo, aumentam sua capacidade de retenção de água e nutrientes, e estimulam a atividade microbiana benéfica (Feitosa *et al.*, 2024). A combinação desses elementos não apenas aumenta a produtividade das culturas, mas também contribui para práticas agrícolas mais sustentáveis e ecologicamente responsáveis. Neste trabalho, constatou-se efeito do incremento ao desenvolvimento radicular das plantas tratadas com o conjunto de bioinsumos e nutrientes contendo microrganismos, compostos orgânicos, algas marinhas e alguns elementos minerais (Figuras 7 e 8).

O número médio de nódulos fixadores de N nas raízes das plantas de feijão também foi maior nas plantas tratadas

com os bioinsumos, tanto para o cultivar FEPAGRO Triunfo quanto para o cultivar RS Centenário (Figura 9).

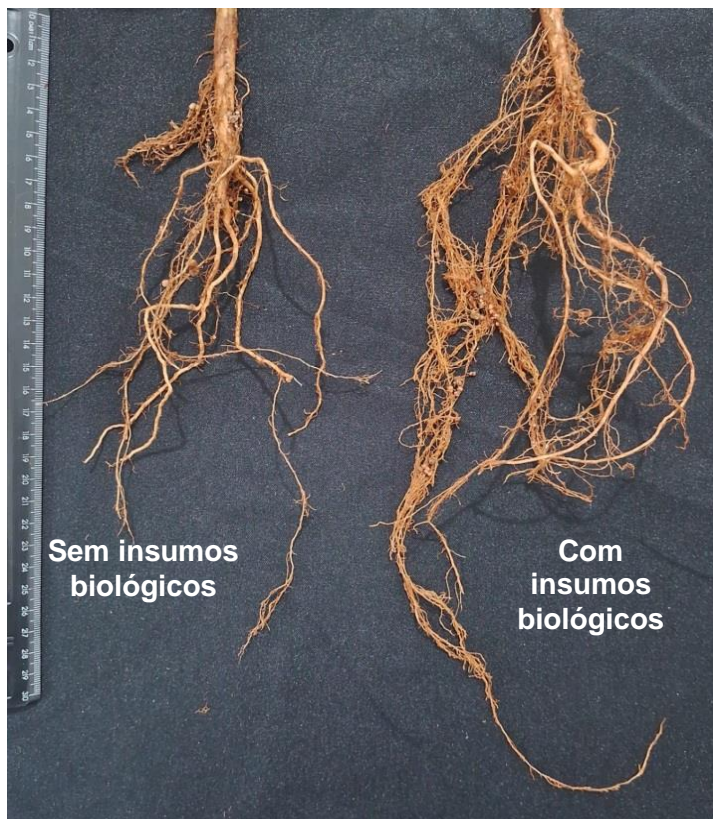


Figura 8. Comparativo entre plantas de feijão cultivar FEPAGRO Triunfo cultivadas sem e com o uso dos insumos biológicos Bionutri®, Tanus® e Raizen®. Cultivo em condições de campo no município de Agudo, RS.

Fonte: Ricardo Bemfica Steffen, Gerusa Pauli Kist Steffen.

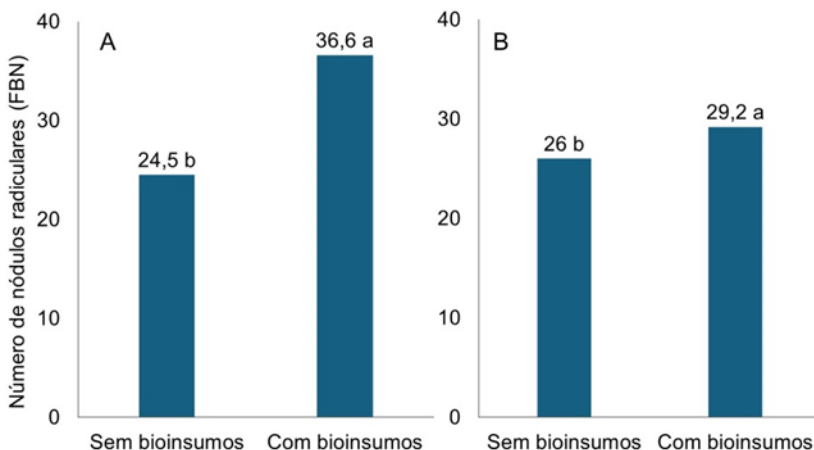


Figura 9. Número total de nódulos fixadores de nitrogênio por sistema radicular de plantas de feijão dos cultivares FEPAGRO Triunfo (A) e RS Centenário (B) com e sem a utilização de bioinsumos. Médias de seis repetições.

A inoculação das sementes de feijão com *R. tropici* SEMIA 4077 e 4080 elevou o número total de nódulos fixadores de N no sistema radicular das plantas, garantindo a fixação de N atmosférico através da associação simbiótica com as bactérias do gênero *Rhizobium*. As plantas não inoculadas também apresentaram nodulação, visto que o ensaio ocorreu em área agrícola com histórico de cultivo de feijão em anos anteriores. Desta forma, já existia uma comunidade de bactérias fixadoras de N estabelecida no solo, a qual se mantém viva no ambiente agrícola de um ano para o outro. No entanto, é importante ressaltar a importância da inoculação ser uma prática anual no momento da semeadura do feijão, para garantir maior índice de nodulação das plantas com bactérias comprovadamente eficientes e recomendadas

para a cultura. Neste contexto, considerando o baixo custo da prática da inoculação e os benefícios significativos que ela apresenta sobre os cultivos, recomenda-se a inoculação anual do feijão visando garantir o suprimento total de N para as plantas por meio de uma prática sustentável, economicamente viável e agronomicamente eficiente.

A fixação biológica de N nos cultivos de feijão e soja, através da simbiose entre o sistema radicular das plantas e espécies dos gêneros *Rizobium* e *Bradyrhizobium*, é crucial para a sustentabilidade econômica e ambiental da agricultura, pois possibilita às plantas a conversão biológica e natural do N atmosférico em formas utilizáveis, como amônia e nitratos, essenciais para a produção das culturas (Brooks; Szeto, 2024; Sarao *et al.*, 2024). Além de reduzir a dependência de fertilizantes nitrogenados sintéticos, que apresentam custo ambiental e econômico elevado (Zhong *et al.*, 2024), o incremento da fixação biológica de N, proporcionado pelo inoculante contendo *R. tropici* SEMIA 4077 e 4080 representa uma tecnologia eficiente e amplamente acessível aos produtores de feijão.

A produtividade das mais diversas culturas agrícolas é um somatório de fatores ligados à qualidade das sementes, do ambiente produtivo, do clima e dos manejos adotados ao longo do ciclo da cultura pelo agricultor. Além de utilizar sementes de qualidade, corrigir os níveis de fertilidade do solo, sanar possíveis limitações físicas como a compactação e observar as condições climáticas, o agricultor pode planejar os seus cultivos optando por ferramentas e manejos capazes de melhorar a qualidade do solo e favorecer as interações biológicas com espécies de microrganismos eficientes para cada espécie vegetal que será cultivada. Desta forma, além

de praticar uma agricultura mais amigável ao ambiente, através da redução da necessidade do uso de insumos e defensivos químicos, o agricultor poderá alcançar incrementos produtivos resultantes do aumento das interações e simbioses microbianas nos cultivos agrícolas.

Neste estudo, observou-se que os benefícios do uso dos bioinsumos na cultura do feijão ultrapassaram os parâmetros morfológicos e de crescimento das plantas, alcançando os parâmetros de produtividade. Para ambos os cultivares de feijão avaliados, a utilização dos insumos elevou significativamente a produtividade da cultura, incrementando em 193 Kg de grãos/ha para o cultivar FEPAGRO Triunfo, e em 158 kg de grãos/ha para o cultivar RS Centenário (Figura 10).

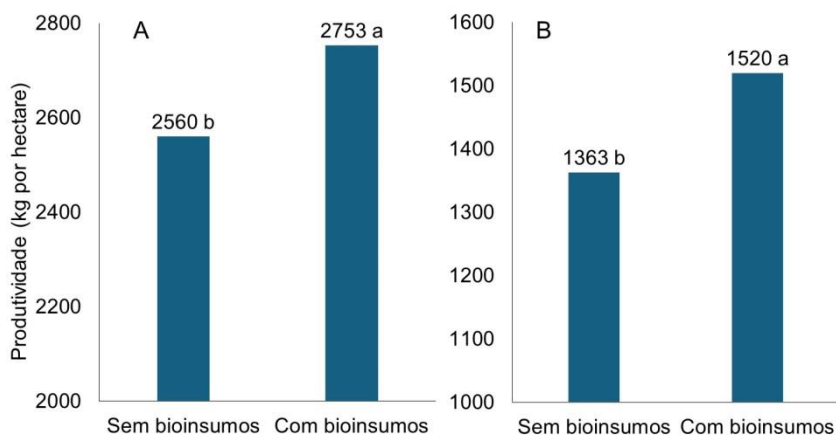


Figura 10. Produtividade média de plantas de feijão dos cultivares FEPAGRO Triunfo (A) e RS Centenário (B) com e sem a utilização de bioinsumos. Cultivo em condições de campo no município de Agudo, RS.

O incremento em produtividade da cultura do feijão pelo uso dos bioinsumos avaliados neste trabalho, provavelmente resultou do somatório dos incrementos em desenvolvimento radicular, número de nódulos fixadores de N, diâmetro da haste das plantas e número total de vagens (Figura 11).



Figura 11. Comparativo entre plantas de feijão cultivar RS Centenário tratadas (A) e não tratadas (B) com bioinsumos. Cultivo em condições de campo no município de Agudo, RS. Imagens de duas plantas por tratamento.

Fonte: Ricardo Bemfica Steffen, Gerusa Pauli Kist Steffen.

O estímulo ao desenvolvimento de raízes aumenta a capacidade das plantas em absorver água e nutrientes, o que favorece diretamente o crescimento e a eficiência produtiva das plantas. Maior volume de raízes representa maior contato radicular com microrganismos simbiotes presentes no solo, ampliando a capacidade da planta em interagir e estabelecer simbiose com bactérias e fungos benéficos, a exemplo dos agentes de bioinsumos inoculados nas sementes de feijão (Siddiqui *et al.*, 2015; Tigist *et al.*, 2023).

Nos últimos anos, é crescente o uso de bioinsumos na agricultura visando a promoção do crescimento das plantas, o controle de pragas e doenças e a melhoria da qualidade do solo de forma eficiente e sustentável (Medina; Rotondo; Rodríguez, 2023; Bajpeyi *et al.*, 2024; Colmenarez; Vasquez, 2024; Makinde, 2024). A utilização de bioinsumos não apenas reduz os impactos ambientais associados aos agroquímicos sintéticos, como também promove sistemas agrícolas mais resilientes, favorecendo a biodiversidade e a saúde do ecossistema agrícola como um todo (Oliveira *et al.*, 2023; Santos *et al.*, 2023).

Em suma, considerando os efeitos positivos do conjunto de bioinsumos avaliados neste trabalho no cultivo de feijão, há evidências técnicas e científicas que comprovam o potencial do uso destas tecnologias para aumentar a produtividade da cultura do feijão no estado do RS. Mais do que ferramentas técnicas para elevar o potencial produtivo do feijão, os bioinsumos proporcionam melhorias na qualidade biológica do solo e elevam a capacidade das plantas em absorver água e nutrientes, o que representa um importante benefício para a produção vegetal em períodos de baixa disponibilidade hídrica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, inúmeros benefícios do uso de bioinsumos têm sido relatados por equipes de pesquisa, extensionistas, técnicos e agricultores para as mais diversas culturas. A microbiologia agrícola e o mercado de bioinsumos estão em crescente expansão no Brasil, conquistando cada vez mais destaque no cenário agrícola mundial. Além da eficiência agrônômica, os bioinsumos apresentam outras vantagens, por representarem tecnologias inovadoras, economicamente viáveis, ambientalmente seguras e sustentáveis. O somatório destes fatores tem levado muitos agricultores a experimentar o uso de bioinsumos em seus cultivos e a comprovar os benefícios da sua utilização. E este foi justamente o objetivo deste trabalho realizado pelas instituições de pesquisa e extensão do estado do RS, possibilitar aos agricultores a experimentação e validação dos benefícios do uso de insumos biológicos em seus cultivos.

O uso combinado do inoculante de *Rhizobium tropici* SEMIA 4077 e 4080, do produto à base de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum* e *Bacillus amyloliquefaciens*, e do enraizador à base de algas marinhas, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, cobalto, molibdênio e silício, incrementou significativamente a produtividade de grãos de feijão dos cultivares FEPAGRO Triunfo e RS Centenário. Os incrementos produtivos observados resultaram do somatório dos incrementos que os bioinsumos e nutrientes proporcionaram sobre o desenvolvimento das raízes, o diâmetro da haste da planta, o número de nódulos fixadores de nitrogênio e o número de vagens por planta, comprovando os benefícios do uso dos bioinsumos avaliados sobre a

produtividade da cultura do feijão no estado do Rio Grande do Sul.

Os resultados parciais deste estudo foram apresentados a agricultores, técnicos, estudantes e à comunidade do município de Agudo (RS) que se fez presente em duas tardes de campo organizadas pela EMATER-RS/ASCAR e pelo DDPA, com o apoio da AFUBRA e da gestão municipal. Além das trocas de experiências entre os participantes, a realização destes eventos técnicos possibilitou a divulgação dos benefícios do uso de insumos biológicos e nutrientes na cultura do feijão, como ferramenta para aumento da eficiência e da sustentabilidade econômica e ambiental no cultivo desta importante cultura para o Estado gaúcho.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem os agricultores familiares Sr. Ângelo Severo e Sr. Edenir Schmengler, que gentilmente aceitaram o convite para fazer parte deste trabalho de pesquisa. Os agricultores não apenas cederam parcelas de suas áreas produtivas para a instalação dos ensaios de pesquisa, mas acompanharam diariamente a condução e a evolução do estudo em suas propriedades. Os autores também agradecem às Empresas de bioinsumos Bioagro Indústria e Comércio de Produtos Agropecuários, Biota Innovations e Gigamix, que forneceram gratuitamente os produtos comerciais avaliados neste trabalho.

REFERENCIAS

ALVES, E. A. *et al.* Estabilidade e adaptabilidade de linhagens elite de feijão-comum para produtividade e qualidade comercial de grãos. *In: SEMINÁRIO JOVENS TALENTOS*, 16., 2022, Santo Antônio de Goiás. **Resumos** [...]. Brasília, DF: Embrapa; Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2022. p. 25.

ANDRADE, V. D. *et al.* Retenção de água no solo no feijão-comum em sucessão de diferentes adubos verdes. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 7, n. 1, p. 933-942, 2021.

BAJPEYI, M. M. *et al.* Role of bio-inputs in pest management. *In: MISHRA, M. K.; KUMAR, A.; KUMAR, S. (ed.). Recent trends in plant protection*. New Delhi: NIPA, 2024. p. 47-60.

BERTOLDO, J. G. *et al.* **RS Centenário**: novo cultivar de feijão rajado com alto valor agregado. Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2022. 15 p. (Comunicado técnico, 8).

BROOKS, M. D.; SZETO, R. C. Biological nitrogen fixation maintains carbon/nitrogen balance and photosynthesis at elevated CO₂. **Plant, Cell & Environment**, Hoboken, NJ, v. 47, n. 6, p. 2178-2191, 2024.

CAPRISTO, D. P. *et al.* Inoculante e bioestimulante no desempenho do feijão comum cultivado no ecótono Cerrado-Pantanal. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 5, e188953380, 2020.

CARVALHO, D. D. C. *et al.* Produtividade de feijão comum cv. Pérola pelo emprego de ácidos húmicos no tratamento de sementes. **Scientific Electronic Archives**, Rondonópolis, v. 16, n. 11, p. 30-34, 2023.

CASAGRANDE, S.; CANCELIER, J. W.; BELING, H. M. Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE): contribuição na alimentação saudável escolar e promoção da agricultura familiar. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 7, n. 3, p. 25835-25849, 2021.

COLMENAREZ, Y. C.; VASQUEZ, C. Benefits associated with the implementation of biological control programmes in Latin America. **BioControl**, [Dordrecht], v. 69, p. 303-320, 2024.

CONTRERAS-CORNEJO, H. A. *et al.* Abiotic plant stress mitigation by Trichoderma species. **Soil Ecology Letters**, Beijing, v. 6, n. 4, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42832-024-0240-8>.

DA COSTA, L. C. *et al.* Consórcio de mandioca e feijão na potencialização da Agricultura Familiar do Rio Grande do Sul, Brasil. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 13, n. 1, e3413144731, 2024.

FEITOSA, P. M. *et al.* Potencial do uso de extratos de algas na agricultura sustentável. *In*: SANTOS, C. C. (org.). **Manejo fisiológico e nutricional de plantas**: abordagens práticas na agricultura. Garujá: Editora Científica Digital, 2024. v. 2, p. 78-98.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. **Brazilian Journal of Biometrics**, Lavras, MG, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FRASCA, L. L. de M. *et al.* Bioestimulantes no crescimento vegetal e desempenho agrônômico do feijão-comum de ciclo superprecoce. **Agrarian**, Dourados, v. 13, n. 47, p. 27-41, 2020.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivar de feijão FEPAGRO Triunfo**. Porto Alegre: Fepagro, [2013]. 1 folder. Disponível em:

www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202105/11153513-1410787813-folder-triunfo.pdf. Acesso em: 24 jul. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Tabela 1002 – Área plantada, área colhida, quantidade produzida e rendimento médio de feijão, 1^a, 2^a e 3^a safras. Ano 2022. *In*: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal 2022**. [Rio de Janeiro]: IBGE, [2023]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1002#resultado>. Acesso em: 24 jul. 2024.

KARAVIDAS, I. *et al.* Agronomic practices to increase the yield and quality of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.): a systematic review. **Agronomy**, Basel, v. 12, n. 2, 271, 2022.

KUMAR, D. *et al.* Fungal biofertilizers and biopesticides and their roles in sustainable agriculture. *In*: SINGH, S. K. *et al.* (ed.). **Applied mycology for agriculture and foods**. Palm Bay, FL: Apple Academic Press, 2024. p. 165-216.

MAKINDE, P. A Comprehensive review on transitioning into organic farming. **Asian Journal of Research in Agriculture and Forestry**, Tarakeswar, v. 10, n. 3, p. 45-59, 2024.

MEDINA, G. D. S.; ROTONDO, R.; RODRÍGUEZ, G. R. Agricultural bio-inputs as an innovative area of opportunity for agro-industrial growth in developing countries: lessons from Argentina. **World**, Basel, v. 4, n. 4, p. 709-725, 2023.

NADEEM, M. A. *et al.* Common bean as a potential crop for future food security: an overview of past, current and future contributions in genomics, transcriptomics, transgenics and proteomics. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, Sofia, v. 35, n. 1, p. 759-787, 2021.

NASERI, B.; YOUNESI, H. Beneficial microbes in biocontrol of root rots in bean crops: a meta-analysis (1990-2020).

Physiological and Molecular Plant Pathology, Amsterdam, v. 116, 101712, 2021.

OLIVEIRA, V. C. D. *et al.* Bioinputs and organic production in Brazil: a study based on the Embrapa's Bioinsumos application. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 53, e76326, 2023.

RIBEIRO, J. E. D. S. *et al.* Development, physiology and productivity of the common bean under different nitrogen doses. **Journal of Agricultural Science**, Richmond Hill, v. 10, n. 6, p. 171-183, 2018.

SANTOS, L. M. *et al.* Bioinputs: a sustainable alternative to traditional pesticide cultivation. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, [s. l.], v. 21, n. 12, p. 24777-24816. 2023.

SARAO, S. K. *et al.* *Bradyrhizobium* and the soybean rhizosphere: species level bacterial population dynamics in established soybean fields, rhizosphere and nodules. **Plant and Soil**, Dordrecht, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-024-06814-4>.

SIDDIQUI, M. H. *et al.* Morphological and physiological characterization of different genotypes of faba bean under heat stress. **Saudi Journal of Biological Sciences**, Riyadh, v. 22, n. 5, p. 656-663, 2015.

SINGH, G.; DUKARIYA, G.; KUMAR, A. Distribution, importance and diseases of soybean and common bean: a review. **Biotechnology Journal International**, Hooghly, v. 24, n. 6, p. 86-98, 2020.

SIQUEIRA, T. A. *et al.* Avaliação de resistência fisiológica do feijão comum ao mofo branco. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, Fortaleza, v. 2, n. 3, p. 38-38, 2021.

SOUSA, I. S. F. de; FERREIRA, C. M. Aspectos histórico-culturais do arroz e do feijão na sociedade brasileira. *In*: FERREIRA, C. M.; BARRIGOSI, J. A. F. (ed.). **Arroz e feijão: tradição e segurança alimentar**. Brasília: Embrapa Arroz e Feijão, 2021. p. 47-70.

SWATHY, K.; NISHA, V.; VIVEKANANDHAN, P. Biological control effect of *Trichoderma harzianum* (Hypocreales: Hypocreaceae) against phytopathogens. **Environmental Quality Management**, Hoboken, NJ, v. 34, n. 1, e22227, 2024.

TIGIST, S. G. *et al.* Agromorphological and Physiological Performance of Ethiopian Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes under Different Agroecological Conditions. **Plants**, Basel, v. 12, n. 12, 2342, 2023.

WEBER, T. **Utilização de bioinsumos em sementes de feijão e efeitos nos parâmetros agronômicos, fisiológicos e tecnológicos**. 2023. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2023.

ZHONG, C. *et al.* Comparative genomics analysis reveals genetic characteristics and nitrogen fixation profile of Bradyrhizobium. **iScience**, [Cambridge, MA], v. 27, n. 2, 108948, 2024.

ZOCAL, L. R. dos S. *et al.* Identificação de fontes de resistência do feijão comum ao fitopatógeno *Sclerotinia sclerotiorum*. **Peer Review**, [s. l.], v. 5, n. 7, p. 101-120, 2023.



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA,
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO

Secretaria de Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação
Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Avenida Getúlio Vargas, 1384 - Menino Deus
CEP 90150-004 - Porto Alegre - RS
Fone: (51) 3288-8000

www.agricultura.rs.gov.br/ddpa