

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRO-REITORIA DE GRADUAÇÃO
ESCOLA POLITÉCNICA E DE ARTES
CURSO DE AGRONOMIA**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE
PRODUTOS BIOLÓGICOS NA CULTURA DO FEIJÃO
(*Phaseolus vulgaris L.*).**

Ana Carolina Aoki de Sousa

Goiânia

2023

ANA CAROLINA AOKI DE SOUSA

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE
PRODUTOS BIOLÓGICOS NA CULTURA DO FEIJÃO
(*Phaseolus vulgaris* L.).**

Artigo apresentado como requisito parcial para composição de média final na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de graduação em Agronomia, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, PUC-Goiás.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Martha Nascimento Castro

Goiânia

2023

ANA CAROLINA AOKI DE SOUSA

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE
PRODUTOS BIOLÓGICOS NA CULTURA DO FEIJÃO
(*Phaseolus vulgaris* L.).**

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
MARTHA NASCIMENTO CASTRO
Data: 14/12/2023 14:28:37-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profª Drª Martha Nascimento Castro
Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Dr. Fábio José Gonçalves
Agrolab Laboratório Análise de Semente LTDA



Documento assinado digitalmente
ROBERTA PAULA DE JESUS
Data: 17/12/2023 11:28:17-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profª Drª. Roberta Paula de Jesus
Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Aprovado em 12/12/2023.

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVO	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
4. MATERIAL E MÉTODOS	9
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
6. CONCLUSÃO	16
REFERÊNCIAS	17

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE
PRODUTOS BIOLÓGICOS NA CULTURA DO FEIJÃO
(*Phaseolus vulgaris* L.).**

**STUDY OF THE ECONOMIC FEASIBILITY OF THE USE OF
BIOLOGICAL PRODUCTS IN BEAN CULTURE
(*Phaseolus vulgaris* L.).**

Ana Carolina Aoki de Sousa

Pontifícia Universidade Católica de Goiás, GO, Brasil

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade econômica do uso de produtos à base de *Bacillus subtilis*, *Serratia marcescens*, *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* e *Serratia* sp na cultura do feijão, utilizando como referência uma propriedade modal produtora de feijão definida pela CONAB para o estado de Goiás. Através de um comparativo realizado entre os dados do experimento conduzido em campo, composto por seis tratamentos sendo um testemunha e cinco com produtos biológicos e os dados da propriedade modal produtora de feijão para o estado de Goiás comprovou-se ser viável economicamente o uso dos produtos. O impacto nos custos foi menor que 5% em todos os tratamentos e o aumento no lucro operacional foi de até 200%.

Palavras-chave: bioeconomia, rentabilidade, microrganismos funcionais

ABSTRACT

The present article aimed to evaluate the economic viability of using products based on *Bacillus subtilis*, *Serratia marcescens*, *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* and *Serratia* sp in bean cultivation, using as a reference a bean producing modal property defined by CONAB for the state of Goiás. Through a benchmark carried out between data from the experiment conducted in the field, consisting of six treatments, one control and five with biological products, and data from the modal property producing beans for the state of Goiás, it was proven to be economically viable the use of the products. The impact on costs was less than 5% for all treatments and the increase in operating profit was up to 200%.

Keywords: bioeconomy, profitability, functional microorganisms

1. INTRODUÇÃO

A cultura do feijão tem uma longa história, sendo reconhecida desde os tempos antigos da Grécia e do Egito, com registros históricos que remontam a 1000 a.C. O feijão-comum desempenha um papel fundamental na alimentação de diversos povos e é um componente essencial da dieta brasileira, representando a principal fonte de proteína vegetal. Sua concentração proteica pode atingir até 33%, proporcionando um valor energético de 341 cal/100g, (POMPEU, 1987).

A produção de feijão-comum é diversificada sendo cultivada por diversos tipos de produtores, em diferentes regiões do país, utilizando variados níveis tecnológicos. A planta do feijoeiro pode ser empregada como adubo verde, pois gera uma considerável quantidade de biomassa, proporciona nutrientes e aprimora a qualidade do solo. Isso se deve à sua habilidade em estabelecer simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, facilitando a fixação biológica do nitrogênio atmosférico no solo. Essa característica pode resultar na redução dos custos com fertilizantes. (CARNEIRO, 2010).

Entre os principais fatores limitantes da produtividade da cultura do feijão no Brasil destacam-se aqueles relacionados ao baixo nível técnico empregado pelos produtores e ao cultivo do feijoeiro em solos de baixa fertilidade, especialmente pobres em nitrogênio (CABALLERO et al., 1985; MERCANTE et al., 1999). Nos sistemas produtivos, o nitrogênio se destaca como um dos nutrientes mais essenciais e absorvidos pelo feijoeiro em todas as fases de seu ciclo. Contudo, é também o nutriente aplicado em maior volume na cultura do feijão, sendo aquele que mais limita o crescimento e desenvolvimento da planta, além de representar o componente que mais impacta nos custos de produção.

Um dos principais objetivos da agricultura é a produção de alimentos de alta qualidade, seguros e baratos para uma crescente população mundial. A primeira onda de modernização da agricultura no Brasil e o surgimento dos complexos chamados de Agroindústria, modificaram a dinâmica do setor agropecuário no país. A tendência de grandes produções para atender o citado objetivo, abastecendo o mercado interno e destinando parte da produção à exportação para suprir demandas mundiais ganharam força com maior

capitalização através de políticas públicas e do setor bancário e maior investimento em pesquisas científicas na área.

Conforme Martine e Garcia (1987, p. 22):

O principal instrumento que viabilizou o novo modelo agrícola, calcado na tecnificação e utilização maciça de Insumos industriais, no aumento das exportações de produtos agrícolas e que, conseqüentemente ocasionou a transformação da sociedade rural nos últimos anos, foi o crédito rural.

Após este período que visava basicamente o ganho de produtividade no setor agropecuário, o conceito de sustentabilidade passa ter maior notoriedade trazendo o objetivo de se superar o modelo de produção dependente de insumos industriais provenientes de fontes não renováveis, gerador de poluição e impactos ambientais negativos e causador de danos à saúde humana. Isso sem perder o foco na alta performance, já que a demanda por alimentos no mundo continua crescente. Neste contexto, surge a bioeconomia que é a introdução de insumos biológicos à cadeia produtiva.

Microrganismos multifuncionais referem-se a microrganismos benéficos que desempenham papéis significativos na promoção direta e indireta do crescimento vegetal, representando uma tecnologia alternativa crucial para avançar em direção a uma agricultura sustentável. Essas bactérias desempenham um papel fundamental na diminuição da necessidade de aplicação de fertilizantes e pesticidas, contribuindo assim para a redução da contaminação ambiental do solo, da água e do ar. (SANTOS DIAS, 2022; BABALOLA, 2010).

Esses microrganismos podem ser classificados como insumos tecnológicos no âmbito da economia verde, uma vez que minimizam a dependência de insumos sintéticos na produção agrícola, conforme destacado por Chagas et al. (2017). Essa característica os torna uma alternativa estratégica para a intensificação sustentável de sistemas agrícolas, como ressaltado por Steffen et al. (2018).

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade econômica do uso de produtos biológicos na cultura do feijão.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris L.*) é plantado em diversas regiões do Brasil ao longo do ano e em variados sistemas de produção. Esses sistemas abrangem desde práticas consorciadas adotadas por pequenos produtores até o cultivo exclusivo em áreas irrigadas por grandes produtores. A cultivar utilizada IAC 1849 Polaco, segundo a sementeira Lagoa Bonita, tem potencial produtivo médio de 4500 Kg/ha.

A cultura apresenta ampla adaptação edafoclimática, o que possibilita seu cultivo durante todo ano e em praticamente todas regiões do país. Na região central do Brasil, por exemplo, o feijoeiro é cultivado durante a primavera (plantio das águas) e o verão (plantio da seca), dependendo das condições de precipitação pluvial. No outono e inverno, ocorre o plantio do feijão irrigado, principalmente por meio do sistema pivô-central. Devido à sua alta dependência de nutrientes, água e susceptibilidade a pragas e doenças, todos os fatores de produção devem ser cuidadosamente considerados pelos produtores. (EMBRAPA, 2023).

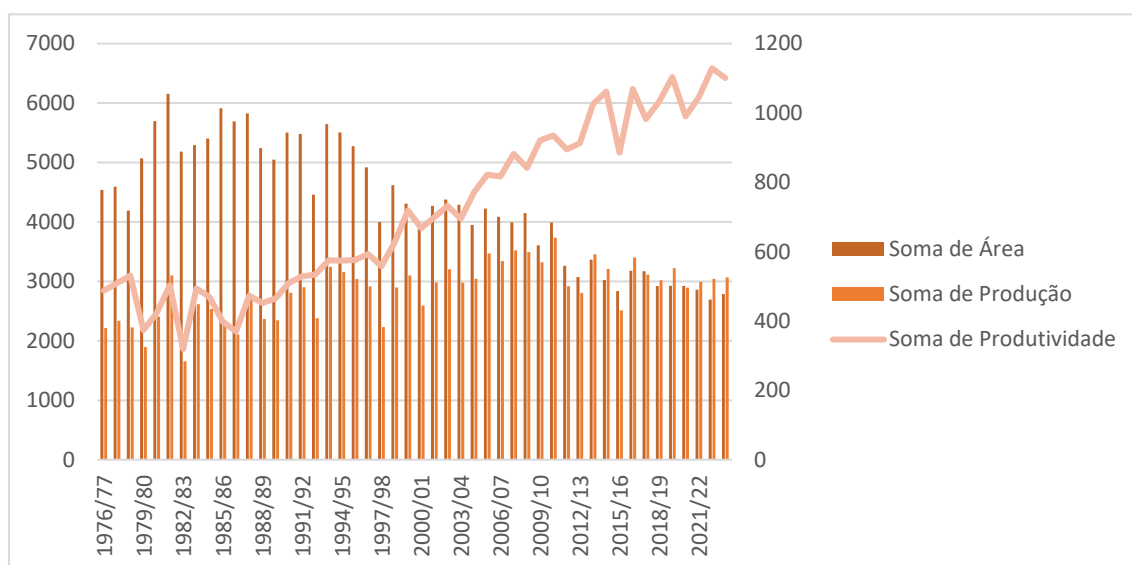
Existem 14 variedades de feijão cultivadas, sendo as mais reconhecidas no Brasil o carioca, o preto, o fradinho (também conhecido como macassar, caupi ou de corda) e os feijões de diferentes cores (branco, vermelho, roxo, entre outros). Apesar das amplas possibilidades de produção, é importante notar que o valor comercial e nutritivo do feijão declina rapidamente após a colheita, perdendo qualidade após dois meses de armazenamento.

O feijoeiro comum destaca-se como uma das culturas mais significativas tanto no Brasil quanto no cenário global. Sua importância vai além do aspecto econômico, exercendo um papel crucial na segurança alimentar e no contexto nutricional. Historicamente, o feijão comum figura como um dos principais alimentos consumidos no Brasil (BARBOSA; GONZAGA, 2012).

Observando a série histórica da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) em 47 anos de acompanhamento a área plantada com feijão no Brasil pode se observar o efeito de uma gradativa modernização e intensificação do sistema de produção, como ocorreu em toda cadeia agropecuária. Os dados mostram que a área cultivada regrediu de 4538,7 mil hectares para 2786,1 mil hectares, mas apesar da redução de aproximadamente 39%, a produção aumentou de 2215,2 mil toneladas para 3067 mil toneladas, diferença de aproximadamente 38%. Esta divergência entre queda da área destinada a cultura e aumento da produção nacional é justificada pelo aumento significativo da produtividade, ou seja, da intensificação da produção.

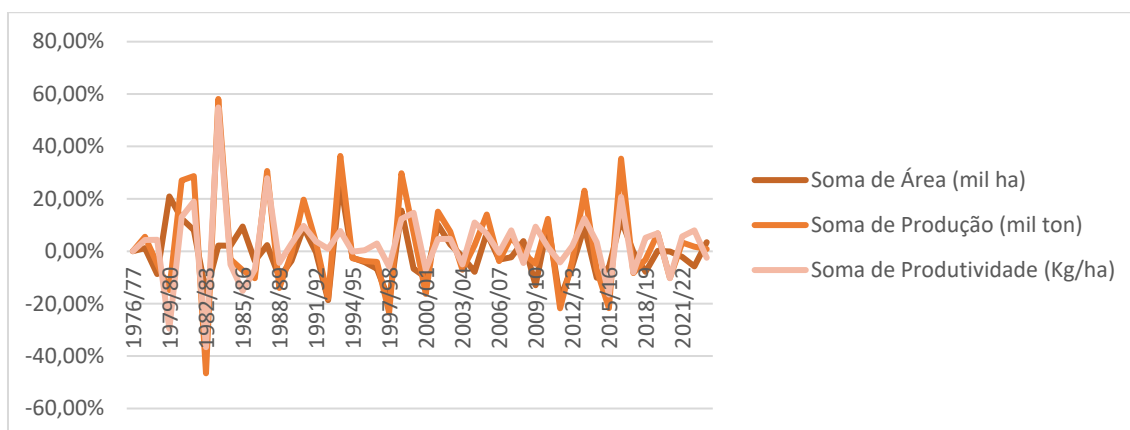
Na primeira safra acompanhada pela CONAB 1976/1977 a produtividade foi de 488 Kg/hectare enquanto a previsão para safra 2023/2024 é de 1100 Kg/hectare, um salto de aproximadamente 126%, como mostram os gráficos a seguir.

Figura 1 - Série histórica de área (ha), produção (mil t) e produtividade (Kg/ha) de feijão no Brasil.



Fonte: CONAB, (2023)

Figura 2 – Variação de área, produção e produtividade de feijão no Brasil.



Fonte: CONAB, (2023)

A cultura do feijão passou juntamente com outros cultivos comerciais por etapas de modernização, modificando consideravelmente o cenário produtivo. Desde a tecnologia presente no maquinário utilizado ou para monitoramento, desenvolvimento de insumos como fertilizantes e agroquímicos e a biotecnologia empregada na produção de híbridos a partir de cultivares transgênicas. Este aumento tão expressivo de produtividade em decorrência da intensificação das práticas agrícolas tem uma implicação negativa no quesito ambiental. A intensiva utilização de mecanização, agrotóxicos, corretivos e adubos sintéticos, aliada ao monocultivo, resultou em um processo significativo de degradação do solo em grande parte das plantações brasileiras. Esse fenômeno abrange tanto a deterioração físico-química quanto a biológica do solo (KAUR et al., 2019).

Trazendo para a agricultura moderna o desafio de continuar com altos índices de produtividade, porém de forma a impactar menos o ambiente. A mais recente tecnologia aplicada para aprimorar as condições e aumentar a produtividade é o uso de produtos biológicos, que tem benefícios no rendimento e menor impacto ambiental.

A definição de um conceito que foi inicialmente preconizado pelo economista romeno Nicholas Georgescu-Roegen, bioeconomia, segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) é: "Um cenário em que a biotecnologia desempenha um papel significativo na produção econômica. Sua ascensão está vinculada a princípios associados ao desenvolvimento sustentável e à preservação ambiental, abrangendo componentes como

biotecnologia, conhecimento, biomassa renovável e a integração de diversas aplicações."

Dentre os microrganismos associados aos bioinsumos um grupo que se destaca são as rizobactérias, estas possuem diferentes mecanismos de ação, permitindo-lhes atuar de diversas formas, como por meio da produção de fitohormônios, da disponibilidade de nutrientes ou do controle de patógenos ou outros estresses. Por esse motivo, são classificados como bioestimulantes, biofertilizantes ou agentes de biocontrole (LOPES et al., 2021).

A produção de inoculantes de baixo custo, contendo microrganismos promotores do crescimento das plantas, emerge como uma alternativa para mitigar os riscos ambientais associados à utilização inadequada e, por vezes, excessiva, de insumos e agrotóxicos. Além disso, os promotores do crescimento das plantas desempenham um papel crucial no aumento da produção agrícola, na competitividade e diferenciação do produto, ao mesmo tempo em que contribuem para a redução dos custos associados à produção. (POMELLA; RIBEIRO, 2009; MACHADO et al., 2012).

Os fungos pertencentes ao gênero *Trichoderma* destacam-se como microrganismos de grande relevância para o estímulo do crescimento vegetal. Esses fungos exercem uma influência positiva na germinação de sementes, no desenvolvimento e no rendimento das culturas. Essa contribuição é atribuída à produção de substâncias promotoras de crescimento e à melhoria da nutrição das plantas, especialmente pela solubilização de fósforo (OLIVEIRA et al., 2012; SILVA et al., 2012) e pela síntese de ácido indol acético (OLIVEIRA et al., 2012; CHAGAS et al., 2016). Esses fungos possuem significativa importância econômica na agricultura, pois também desempenham um papel como agentes de controle de doenças em diversas plantas cultivadas e induzem a resistência a doenças nas plantas (CONTRERAS-CORNEJO et al., 2009; SANTOS et al., 2012; SILVA et al., 2012; ASUMING-BREMPOG, 2013).

Dentro da planta, as bactérias dos gêneros *Pseudomonas* e *Bacillus* desempenham um papel crucial como promotoras do crescimento vegetal, inibindo o desenvolvimento de agentes patogênicos por meio de diversos mecanismos (COMPANT et al., 2005; RYAN et al., 2002). Essas características

são fundamentais para a concepção de novos produtos comerciais de biocontrole.

As bactérias do gênero *Pseudomonas* conferem resistência a doenças nas plantas, notadamente em culturas como cana-de-açúcar e tomateiro. Além disso, possuem a capacidade de sintetizar sideróforos em condições de escassez de ferro, um fator que induz a expressão gênica relacionada à síntese desses compostos (SANTOYO; OROZCO-MOSQUEDA; GOVINDAPPA, 2012).

Consideradas o grupo mais promissor de rizobactérias no estímulo ao crescimento de plantas e no controle biológico de doenças em vegetais, as *Pseudomonas* têm a capacidade adicional de produzir metabólitos secundários, como antibióticos, fitohormônios, compostos voláteis e sideróforos. Assim, a habilidade dessas bactérias em promover o crescimento das plantas está intimamente ligada à produção de ácido indol acético (AIA) e outros compostos relevantes (SIVASAKTHI; USHARANI; SARANRAJ, 2014).

O *Bacillus subtilis* é uma bactéria gram-positiva não patogênica, conhecida por ser uma promotora de crescimento de plantas presente na microbiota do solo. Além disso, é extensivamente utilizada globalmente na produção de enzimas extracelulares. Essa bactéria possui a capacidade de estabelecer um contato estável com plantas de maior porte, promovendo ativamente o seu crescimento (SIVASAKTHI; USHARANI; SARANRAJ, 2014).

As espécies pertencentes a esse gênero podem ser encontradas em uma variedade de habitats, como água doce, salgada, ou poluída, assim como no solo e nas plantas. Quando associadas às plantas, essas espécies são capazes de estimular o crescimento por meio de diferentes mecanismos, incluindo a produção de fitohormônios e sideróforos, além do controle de doenças (GRIMONT & GRIMONT, 2006). De acordo com El-Esawi et al. (2020), a inoculação de *Serratia* sp. tem o potencial de promover a fitoremediação e a tolerância ao estresse causado por metais pesados, influenciando os atributos fotossintéticos e a biossíntese de genes relacionados ao estresse.

4. MATERIAL E MÉTODOS

A fim de se determinar a viabilidade econômica do uso de produtos biológicos na cultura do feijão foi realizado um comparativo dos dados agrônômicos de um experimento de campo com os dados de custo de produção e produtividade de uma propriedade modal estabelecida pela CONAB. A rentabilidade com a produção do feijão foi calculada com base no indicador de preços do Departamento de Economia Rural / Divisão de Estatísticas Básicas (CONAB, 2023).

A partir da hipótese de que os microrganismos *Bacillus subtilis*, *Serratia marcescens*, *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* e *Serratia* sp. promovem incremento no rendimento da produção na cultura do feijão pelos mecanismos citados na revisão bibliográfica, foi conduzido um experimento científico do tipo experimento de campo sem condições controladas.

O local escolhido para o levantamento de dados foi uma área de propriedade agrícola que já tradicionalmente cultiva feijão, no município de Aragoiânia, Goiás, localizado sob as coordenadas geográficas 16° 52 '49" de latitude Sul e 49° 26' 01" de longitude Oeste, com altitude de 861m, cujo solo foi classificado como areno argiloso (EMBRAPA, 1999).

Empregou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, no total foram seis tratamentos e quatro repetições, constituídos conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos empregados no experimento.

Tratamentos	Produto Aplicado
T1	Testemunha
T2	<i>Bacillus subtilis</i>
T3	<i>Serratia marcescens</i>
T4	<i>Trichoderma harzianum</i>
T5	<i>Serratia</i> sp.
T6	<i>Pseudomonas fluorescens</i>

Utilizou-se feijoeiro-comum, a cultivar IAC 1849 Polaco. Este genótipo é caracterizado pelo tegumento carioca, arquitetura semiereta, e hábito de crescimento determinado tipo I, com um ciclo médio de 75 dias, considerada de ciclo precoce, foi semeada em 05/04/2023. As parcelas experimentais foram compostas por quatro linhas de quatro metros, espaçadas a um metro entre si. O estande final foi de 12 plantas por metro, com um espaçamento de 0,55m entre

as linhas. A adubação de plantio consistiu na aplicação de 250 kg/ha do adubo mineral formulado 05-25-25 no sulco de plantio, enquanto a adubação de cobertura foi realizada a lanço com 200 kg/ha de ureia (46% N) aos 14 dias após a emergência (V4).

A aplicação dos produtos biológicos foi realizada em três épocas: a primeira sete dias após a emergência, a segunda quatorze dias após a cobertura e a última no período pré floração (R5). A dose empregada foi a recomendada pelo fabricante, na concentração de 1% em 100 litros de volume total por hectare. A recomendação é a mesma para todos os produtos dos cinco tratamentos.

Passado o período de 75 dias após emergência, quando a cultura já havia atingido o estágio de maturidade fisiológica, procedeu-se à colheita manual das plantas por parcela. Das seis linhas totais, foram coletadas as plantas da parcela útil (dois metros de cada linha central, excluindo um metro no início e no final da linha), totalizando 48 plantas por parcela. As plantas foram devidamente acondicionadas em sacos plásticos identificados conforme o croqui de campo. Posteriormente, foram transportadas para o Laboratório de Análise de Sementes, onde passaram pelo processo de trilha manual.

Foram realizadas as avaliações: o número de vagens por planta (NVP), o peso de mil sementes (PMS), de acordo com as normas de análise de sementes (MAPA, 2009), e a produtividade (Kg/ha). As sementes foram pesadas com o auxílio de uma balança digital de alta precisão.

Os dados coletados foram tabulados e submetidos à análise de variância e médias comparadas pelo teste de Skott Knott (1974) a 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar versão 5.8 (2018).

Para a análise de viabilidade econômica utilizou-se uma planilha base de custos de produção da cultura de feijão elaborada pela CONAB (2023) através da metodologia de painel no município de Ceres, localizado no estado de Goiás para o ano de 2023. Nesta metodologia a instituição identifica polos de produção do produto que está sendo estudado, envia técnicos capacitados para região onde se reúnem com produtores e profissionais da área e definem uma propriedade que melhor represente o perfil produtivo da região, os dados de custo de produção então são elaborados com base nas informações obtidas.

Para comparativo com a prática tradicional, foi acrescentada a aplicação dos produtos biológicos. Não foi necessário acrescentar operações com maquinário nos produtos compostos por bactérias apenas no que é composto por fungo, pois a fazenda modal utilizada como base realiza quatro operações de aplicação de defensivos durante o ciclo, porém como três contêm fungicidas não se pode misturar o produto composto por fungo. O aumento de custo com maquinário na aplicação neste caso foi baseada na planilha de custo de mecanização agrícola elaborada pela Fundação ABC. A receita calculada através da cotação do dia 28/11/2023 no site do DERAL/DEB, o preço da saca de 60 Kg dividido por 60 e multiplicado pela produtividade por hectare.

O trabalho utilizou o Custo Operacional Efetivo, ou seja os gastos com custeio direto da lavoura, já que é nesta categoria que se dão as diferenças comparativas com os dados obtidos em experimento. Não se utilizou o Custo Operacional Total nem o Custo Total, portanto a análise de rentabilidade é de Lucro Operacional ou Margem Bruta.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir do experimento de campo evidenciaram que a aplicação dos produtos biológicos gerou diferenças estatísticas significativas nas variáveis de produtividade e de número de vargens por planta, conforme mostra a Tabela 2. O tratamento com *Thricoderma* (T4) foi o que obteve o aumento de aproximadamente 122% em comparação com a testemunha (T1) na produtividade e 118% no número de vargens por planta. O Peso de Mil Sementes não apresentou diferença estatística significativa nem entre os tratamentos e nem quando comparado ao controle. A produtividade não atingiu o potencial produtivo médio, determinado pela sementeira que comercializa a cultivar, de 4500 Kg/ha nem com os tratamentos, a causa provável foi a falta de chuva no ciclo da cultura enquanto no campo.

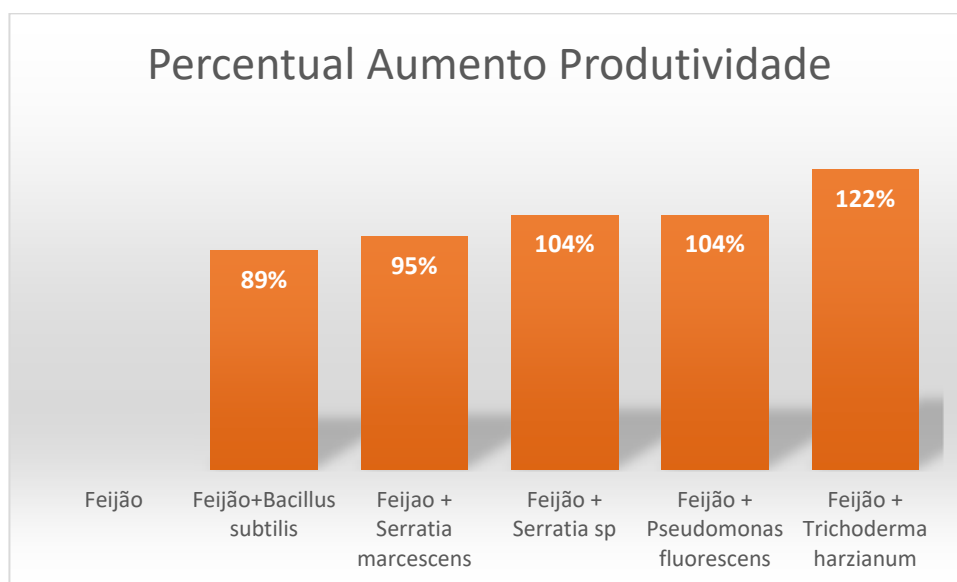
Tabela 2 – Produtividade, número de vargens por planta (NVP) e o peso de mil sementes (PMS) de feijão submetido à aplicação de produtos biológicos, Aragoiânia - GO, 2022/23.

TRATAMENTO	PRODUTIVIDADE (Kg)	NVP	PMS
T1 – Água	653,3 e	6,4 d	199,8 a
T3 - <i>Serratia marcescens</i>	1.061,7 b	7,3 b	200,6 a
T5 - <i>Serratia sp.</i>	1.116,7 c	7,0 b	208,7 a
T2 - <i>Bacillus subtilis</i>	1.221,8 d	7,1 b	203,7 a
T6 – <i>Pseudomonas fluorescens</i>	1.221,9 d	7,5 c	202,7 a
T4 - <i>Trichoderma harzianum</i>	1.439,6 a	8,1 a	202,3 a
CV (%)	2,96	3,70	1,92

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Skott Knott a 5% de significância.

O parâmetro utilizado para o comparativo da análise econômica foi a Produtividade, a diferença em porcentagem apresentada na Figura 03 foi aplicada na produtividade estabelecida na planilha de custos de produção da CONAB.

Figura 03 - Aumento da produtividade dos tratamentos em porcentagem



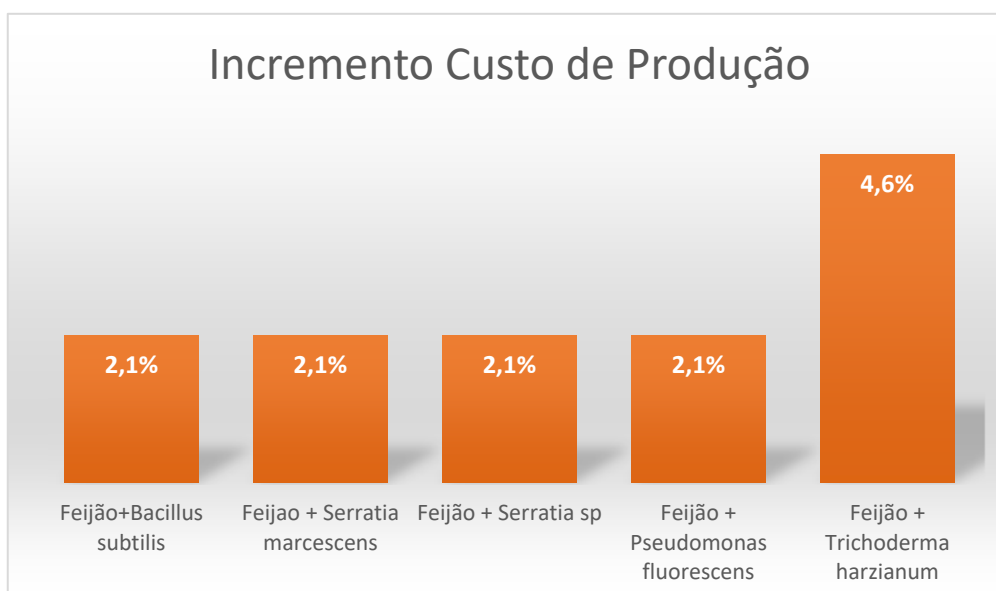
O impacto no custo de produção, conforme se observa na Tabela 03, principalmente, no caso dos produtos compostos por bactérias que não precisaram de operações extras para serem aplicados pouco elevou o custo operacional efetivo por hectare havendo uma diferença de 2,1%, conforme

Figura 04. No caso dos produtos compostos por fungo o impacto foi de 4,6% por ser necessário acrescentar três operações de aplicação separadamente porque o produto não pode ser misturado a fungicidas. Os dados do feijão sem tratamento são os obtidos na planilha CONAB.

Tabela 03 - Comparativo dos dados econômicos para propriedade modal (feijão) e com a aplicação dos produtos biológicos

	Custo Operacional Efetivo	Incremento Custo	Produtividade (Kg/ha)	Incremento Produtividade	Preço Venda (kg)	Receita	Lucro Operacional	Incremento Lucro Op.
Feijão	R\$ 4.368,64	-	2.200,00	-	R\$ 4,95	R\$ 10.890,00	R\$ 6.521,36	-
Feijão+Bacillus subtilis	R\$ 4.458,64	2,1%	4.158,00	89%	R\$ 4,95	R\$ 20.582,10	R\$ 16.123,46	147%
Feijão + Serratia marcescens	R\$ 4.458,64	2,1%	4.281,20	95%	R\$ 4,95	R\$ 21.191,94	R\$ 16.733,30	157%
Feijão + Serratia sp	R\$ 4.458,64	2,1%	4.477,00	104%	R\$ 4,95	R\$ 22.161,15	R\$ 17.702,51	171%
Feijão + Pseudomonas fluorescens	R\$ 4.458,64	2,1%	4.477,00	104%	R\$ 4,95	R\$ 22.161,15	R\$ 17.702,51	171%
Feijão + Trichoderma harzianum	R\$ 4.569,12	4,6%	4.881,80	122%	R\$ 4,95	R\$ 24.164,91	R\$ 19.595,79	200%

Figura 04 - Incremento do custo de produção com os tratamentos comparados a propriedade modal da CONAB.

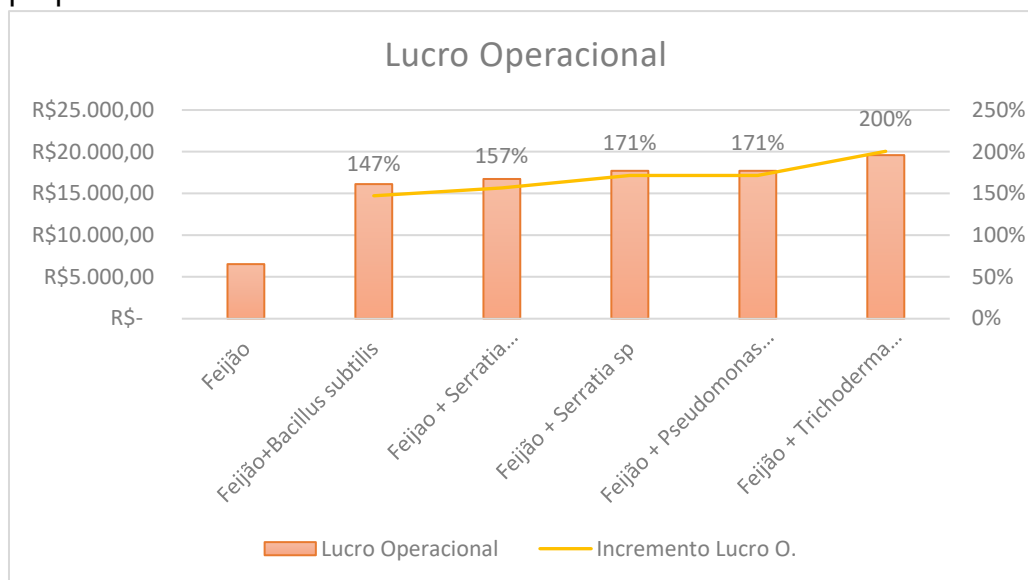


Já em relação aos ganhos de produtividade e conseqüentemente de rentabilidade foram muito expressivos, chegando a uma diferença positiva de

122% no tratamento com fungo Trichoderma (T4), como mostra a Figura 03. Mesmo o menor aumento que foi do tratamento com Bacillus gerou um impacto de 89% na produtividade, evidenciando o efeito positivo de aplicação dos produtos no feijão. O reflexo na rentabilidade com a venda do produto na cotação do dia 28/11/2023 mostra o potencial de ganho com os tratamentos, ainda que o produto a base do fungo Trichoderma tenha sido o de maior impacto no custo se mostrou vantajoso.

Com o experimento pode se constatar que inclusive em condições adversas de clima como ocorreram durante o experimento, a precipitação abaixo do esperado e ideal para cultura, os tratamentos tem potencial de benefícios e podem minimizar os efeitos negativos e possíveis prejuízos. Esta condição pode ter acarretado na não diferenciação estatística no Peso de Mil Grãos, ou seja não houve ganho produtivo no tamanho do grãos e em condições climáticas favoráveis é provável que ocorra. A Figura 05 demonstra a diferença do Lucro Operacional, que é o comparativo entre o impacto na receita e nos custos.

Figura 05 - Variação do Lucro Operacional estimado com a venda do feijão na propriedade modal e com os tratamentos.



Considerando a busca mundial por segurança alimentar, não só produzir alimentos suficientes mas com qualidade e distribuição justa causando o menor impacto ambiental possível, alternativas como os produtos biológicos devem ser mais explorados. Já está comprovado seu potencial de promoção do desenvolvimento vegetativo seja por melhor disponibilização de nutrientes do

solo para planta, proteção contra pragas e doenças ou melhora do microambiente em volta da planta para diversas culturas e somado ao fato do custo relativamente baixo, ainda mais se comparado à insumos importados que tem o preço atrelado ao dólar gera um custo benefício altamente vantajoso, como mostra a Tabela 04 com o aumento do custo contraposto com o de incremento da receita.

Tabela 04 – Custo benefício: comparativo entre incremento de custo e receita

Tratamento	Incremento Custo	Incremento Receita
Feijão	-	-
Feijão+ <i>Bacillus subtilis</i>	2%	89%
Feijão + <i>Serratia marcescens</i>	2%	95%
Feijão + <i>Serratia sp</i>	2%	104%
Feijão + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	2%	104%
Feijão + <i>Trichoderma harzianum</i>	5%	122%

Como a aplicação do produto exige um baixo dispêndio de valor e traz um retorno significativo elevando o lucro operacional em até 200% no caso do tratamento com *Trichoderma*, mesmo em caso de flutuação de preço de mercado e queda da receita o uso dos produtos continua sendo viável economicamente e sendo uma boa alternativa.

Este estudo explorou a viabilidade econômica do uso dos produtos biológicos visando apenas aumentar a produtividade e o retorno com a receita da venda, porém, existem trabalhos que apontam em diversas culturas a possibilidade de redução de custo de produção, com menor uso de insumos como fertilizantes e defensivos. Em um estudo conduzido no campo, utilizando arroz irrigado por inundação, Mattos et al. (2017) constataram que a aplicação de um inoculante contendo *Azospirillum brasilense* demonstrou potencial para aumentar a produtividade das cultivares BRS Querência e BRS Pampa. Isso abre a perspectiva de redução na necessidade de fertilização nitrogenada mineral.

A precipitação abaixo do esperado é uma possível causa dos grãos não aumentarem de tamanho, porém ficou comprovado que mesmo em situações ambientais não ideais os produtos tem efeito positivo e significativo e isso devido a diversas formas de interação dos microrganismos com a planta e o ambiente ao seu redor.

Os produtos também podem ser uma alternativa acessível para produtores com menor aporte tecnológico, como na agricultura familiar, já que estes não tem escala de compra de insumos o que acarreta no menor poder de negociação, principalmente se tratando dos insumos importados que tem o preço atrelado ao dólar.

6. CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram ganhos de produtividade de feijão em todos os tratamentos com microrganismos, sendo o maior no tratamento com *Trichoderma* 122% e o menor com *Bacillus* 89%.

O acréscimo de produtividade é justificado pelo número de vargens por plantas que foi superior nas plantas que receberam os tratamentos, os grão não aumentaram de tamanho já que no peso de mil de sementes não houve diferença estatística considerável. Uma possível justificativa para o não aumento de tamanho do grãos pode ter sido a estiagem que ocorreu durante todo ciclo da cultura.

Os reflexos dos ganhos de produtividade quando comparados ao incremento no custo operacional efetivo demonstraram que enquanto o lucro operacional se elevou em até 200% com o uso de produtos à base de *Trichoderma*, nos custos a diferença foi de 5% para o mesmo tratamento.

Através do presente trabalho ficou evidenciado que é economicamente viável se utilizar produtos biológicos no cultivo de feijão, houveram ganhos produtivos observados nos coeficientes técnicos que refletiram em retorno econômico positivo.

REFERÊNCIAS

ABDALLAH, D. B.; FRIKHA-GARGOURI, O.; TOUNSI, S. Rizhospheric competence, plant growth promotion and biocontrol efficacy of *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* strain 32a. *Biological Control*, Orlando, v. 124, p. 61-67, 2018.

AVELLAR, R. Bioeconomia – Um novo paradigma para a sociedade mundial e uma oportunidade para o setor agropecuário brasileiro. 2017. Disponível em <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/artigostecnicos/38-artigo_-_rogerio_avellar_0.14306100%201514912085.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2023.

BARBOSA, Flávia Rabelo et al. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p. ISBN 978-85-99851-70-8.

CABALLERO, S.V.; LIBARDI, P.L.; REICHARDT, K.; MATSUI, E.; VICTORIA, R.L. Utilização de fertilizante nitrogenado aplicado a uma cultura de feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 20, p. 1031-1040. 1985.

CHAGAS, L. F. B. et al. TRICHODERMA NA PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO VEGETAL. *REVISTA DE AGRICULTURA NEOTROPICAL*, v. 4, n. 3, p. 97–102, 1 set. 2017.

CONAB - Acomp. safra brasileira de grãos, Brasília, DF, v.10 – Safra 2022/23, n.11 – Décimo primeiro levantamento, p. 1-102, novembro 2023.

DE OPERAÇÕES, S. NORMA METODOLOGIA DO CUSTO DE PRODUÇÃO 30.302. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/images/arquivos/normativos/30000_sistema_de_operacoes/30.302_Norma_Metodologia_de_Custo_de_Producao.pdf>.

IAC 1849 POLACO – Lagoa Bonita Sementes. Disponível em: <<https://www.lagoabonita.com.br/noticias/produtos/feijao/iac-1849-polaco/>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

KAUR, P., & PUREWAL, S. S. (2019). Biofertilizers and Their Role in Sustainable Agriculture. In B. Giri, R. Prasad, Q.-S. Wu, & A. Varma (Eds.), *Biofertilizers for Sustainable Agriculture and Environment* (pp. 285-300). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18933-4_12

MARTINE, G. Êxodo rural, concentração urbana e fronteira agrícola. In: MARTINE, G. e GARCIA, R.C., Os impactos sociais da modernização agrícola. São Paulo: Caetés, 1987, p. 59-79.

MELO, F. de B. et al. Levantamento detalhado dos solos da área da Embrapa Meio-Norte/UEP de Parnaíba. 2004.

OLIVEIRA, A. G.; XHAGAS JUNIOR, A. F.; SANTOS, G. R.; MILLER, L. O.; CHAGAS, L. F. B. Potencial de solubilização de fosfato e produção de AIA por *Trichoderma* spp.. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 2012, 7, 3, 149-155.

POMELLA, A.W.V. E RIBEIRO, R.T.S. (2009) - Controle biológico com *Trichoderma* em grandes culturas – uma visão empresarial. In: Bettiol, W. e Morandi, M.A.B. (Ed.). Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p. 238–244.

POMPEU, A.S. Melhoramento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: BULISANI, E.A. (Coord.) Feijão: fatores de produção e qualidade. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.1-28.

RYAN, B.; SCAPENS, R. W. e THEOBALD, M. (2002), Research Method and Methodology in Finance and Accounting. 2.^a Ed., Thomson, Londres, Reino Unido.

SABUNDJIAN, M. T. et al. DOSES DE NITROGÊNIO NO FEIJÃO DE INVERNO EM SUCESSÃO À GRAMÍNEAS COM E SEM INOCULAÇÃO DE *Azospirillum* brasileiro:ANÁLISE ECONÔMICA. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, v. 8, n. 2, p. 139–145, 9 dez. 2014.

SILVEIRA, P.M.; BRAZ, A. J. B. P.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado sob plantio direto em sucessão de culturas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 40, n. 4, p. 377-381, 2005.

SILVA, O. F. da; WANDER, A. E. O feijão-comum no Brasil: passado, presente e futuro. - Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/961699/o-feijao-comum-no-brasil-passado-presente-e-futuro>>. Acesso em: 19 nov. 2023.

SILVA, Cibelle Clessia Rodrigues Ferreira; DE ALCANTARA, Rosa Maria Cardoso Mota. Formas de aplicação de inoculantes e sua influência sobre a produtividade do feijão-caupi. 2023.

SIVASAKTHI, S., USHARANI, G., & SARANRAJ, P. (2014). Biocontrol potentiality of plant growth promoting bacteria (PGPR)-*Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis*: A review. *African journal of agricultural research*, 9(16), 1265-1277.

SOARES, C.R.F.S. E CARNEIRO, M.A.C. (2010) – Micorrizas arbusculares na recuperação de áreas degradadas. In: Siqueira, J.O.; Souza, F.A.; Cardoso, E.J.B.N. & Tsai, S.M. (Ed.s) – *Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil*. Lavras-MG, UFLA, p 441-474.

STRALIOTTO, R.; RUMJANEK, N. G. Biodiversidade do rizóbio que nódula o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e os principais fatores que afetam a simbiose. 1999.

STEFFEN, W. et al. Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 115, n. 33, p. 8252-8259, ago. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>.

VENDRUSCOLO, E. P. et al. Viabilidade econômica do cultivo de milho doce submetido à inoculação com *Azospirillum brasilense* e soluções de tiamina. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 61, 18 out. 2018.

XIMENES, L. et al. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1038/1/2018_CDS_51.pdf>.

XU, Q.; PAN, W.; ZHANG, R.; LU, Q.; XUE, W.; WU, C.; SONG, B.; DU, S. Inoculation with *Bacillus subtilis* and *Azospirillum brasilense* Produces Abscisic Acid That Reduces Irt1-Mediated Cadmium Uptake of Roots. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 66, n. 20, p. 5229-5236, 2018. DOI: 10.1021/acs.jafc.8b00598.

ZUCARELI, C.; CIL, I. R.; PRETE, C. E. C.; PRANDO, A. M. Eficiência agrônômica da inoculação à base de *Pseudomonas fluorescens* na cultura do milho. *Agrarian*, [S. l.], Dourados, v. 4, n. 13, p. 152-157, 2011.