

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CÂMPUS CENTRAL DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS – SEDE: ANÁPOLIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTU SENSU* EM ENGENHARIA
AGRÍCOLA

BRUNA MAYARA FARIA LIMA DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO E RENDIMENTO DO FEIJOEIRO EM RESPOSTA À
ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL À BASE DE CAMA DE FRANGO, ASSOCIADA
À INOCULAÇÃO COM *RHIZOBIUM TROPICI* E CO-INOCULAÇÃO COM
*AZOSPIRILLUM BRASILENSE***

ANÁPOLIS – GO
2023

BRUNA MAYARA FARIA LIMA DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO E RENDIMENTO DO FEIJOEIRO EM RESPOSTA À
ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL À BASE DE CAMA DE FRANGO, ASSOCIADA
À INOCULAÇÃO COM *RHIZOBIUM TROPICI* E CO-INOCULAÇÃO COM
*AZOSPIRILLUM BRASILENSE***

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Central de Ciências Exatas e Tecnológicas – Sede: Anápolis, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Engenharia Agrícola, para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientadora: Profa. Dra. Gisele Carneiro da Silva Teixeira.

ANÁPOLIS-GO
2023

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

SS072 9d	Souza, Bruna Mayara Faria Lima de DESENVOLVIMENTO E RENDIMENTO DO FEIJOEIRO EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL À BASE DE CAMA DE FRANGO, ASSOCIADA À INOCULAÇÃO COM RHIZOBIUM TROPICI E CO-INOCULAÇÃO COM AZOSPIRILLUM BRASILENSE / Bruna Mayara Faria Lima de Souza; orientador Gisele Carneiro da Silva Teixeira. -- Anápolis, 2023. 65 p. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em Engenharia Agrícola) -- Câmpus Central - Sede: Anápolis - CET, Universidade Estadual de Goiás, 2023. 1. Bioinsumos. 2. nutrição. 3. Cultivo sustentável. 4. Phaseolus vulgaris. I. Teixeira, Gisele Carneiro da Silva , orient. II. Título.
-------------	---

FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO PARA NÃO PUBLICAR NA BDTD¹

Dados do autor	
Nome completo	BRUNA MAYARA FARIA LIMA DE SOUZA
E-mail	mayarabruna811@gmail.com

Dados do trabalho	
Título	DESENVOLVIMENTO E RENDIMENTO DO FEIJOEIRO EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL À BASE DE CAMA DE FRANGO, ASSOCIADA À INOCULAÇÃO COM <i>RHIZOBIUM TROPICI</i> E CO-INOCULAÇÃO COM <i>AZOSPIRILLUM BRASILENSE</i>
Tipo	() Tese (x) Dissertação
Curso/Programa	
Data de defesa:	

Justificativa

Não será autorizada a publicação porque o artigo ainda não foi publicado

Anápolis, 01/11/2023

Local

Data



Documento assinado digitalmente

BRUNA MAYARA FARIA LIMA DE SOUZA

Data: 16/03/2024 17:29:21-0300

Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Assinatura do autor (a)

¹ Período de embargo é de um ano, a partir da data da Defesa, prorrogável por mais um ano.

BRUNA MAYARA FARIA LIMA DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO E RENDIMENTO DO FEIJOEIRO EM RESPOSTA À
ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL À BASE DE CAMA DE FRANGO, ASSOCIADA
À INOCULAÇÃO COM *RHIZOBIUM TROPICI* E CO-INOCULAÇÃO COM
*AZOSPIRILLUM BRASILENSE***

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Central de Ciências Exatas e Tecnológicas – Sede: Anápolis, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Engenharia Agrícola, para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Aprovada em 01, de Novembro, de 2023, pela Banca examinadora constituída pelos
professores:

Documento assinado digitalmente
 GISELE CARNEIRO DA SILVA TEIXEIRA
Data: 12/04/2024 17:02:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dra. Gisele Carneiro da Silva Teixeira
Orientadora
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Anápolis

Documento assinado digitalmente
 ITAMAR ROSA TEIXEIRA
Data: 12/04/2024 17:11:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Itamar Rosa Teixeira
Membro
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Anápolis

Documento assinado digitalmente
 RAFAEL BATISTA FERREIRA
Data: 15/04/2024 18:06:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rafael Batista Ferreira
Membro
Faculdade Metropolitana de Anápolis

ANÁPOLIS- GO
2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me sustentado e guiado o meu caminho e me deu forças para continuar mesmo nos momentos mais difíceis. A sua graça sempre me alcançou e me ajudou chegar até aqui.

Aos meus pais, David e Vastí por terem me apoiado em todos os momentos sempre me incentivando e fazendo de tudo para que eu alcance os meus objetivos. Aos meus irmãos Maynara Thays e Isaac David por toda ajuda e incentivo sempre.

Obrigado à minha orientadora Prof. Dra. Gisele Teixeira, por todo auxílio e dedicação nos ensinamentos e por todo apoio e incentivo para que eu pudesse chegar até aqui.

Agradeço aos meus colegas e amigos de curso que me ajudaram com a parte do trabalho em campo. Ao professor Dr. Itamar Teixeira por todos os ensinamentos e auxílio na parte experimental. E todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indiretamente com a realização desse trabalho.

A todos os membros da EMATER de Anápolis, por todo auxílio que disponibilizaram durante a prática do experimento.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Estadual de Goiás - Câmpus Central e ao Programa de Mestrado Stricto Sensu em Engenharia Agrícola.

Todos vocês foram muito importantes para a realização desse trabalho e para que eu pudesse alcançar meus objetivos profissionais.

RESUMO

O uso de técnicas de fertilização mais sustentáveis, como o emprego de organominerais e inoculantes pode ser uma alternativa ao uso de adubos minerais usados, geralmente de elevado custo e potencial poluidor. Contudo, há um conhecimento limitado sobre as quantidades ideais para a aplicação de organominerais nas plantações de feijão. Este trabalho teve por objetivo avaliar a nodulação, desenvolvimento e rendimento feijoeiro comum em resposta à adição de diferentes doses de organomineral à base de cama de frango associada a inoculação com *Rhizobium tropici* e co-inoculação de *Azospirillum brasilense*. Foi conduzido um experimento na safra das águas de 2022/2023, empregando o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x3+1, com três repetições. Os tratamentos serão constituídos de quatro doses de organomineral (0; 375; 750, 975 e 1500 kg ha⁻¹), sob presença e ausência de inoculação com *R. tropici* e em co-inoculação com *A. brasilense* e um tratamento adicional referente a adubação mineral. Foram avaliados variáveis de nodulação (número de nódulos por planta e massa seca de nódulos por planta), desenvolvimento de planta (índice de área foliar, altura de planta, diâmetro do caule, comprimento da raiz principal, acúmulo da biomassa seca da parte aérea no e da raiz, teor de Nitrogênio) e as características agrônômicas (número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de 100 grãos e rendimento de grãos). Pelos resultados obtidos pode-se concluir que a adição de organomineral na semeadura associado ao emprego de inoculante *R. tropici* influencia a nodulação e o crescimento do feijoeiro. Os componentes e o rendimento do feijoeiro são influenciados pelo emprego do adubo organomineral de cama de frango. A dose de 750 kg ha⁻¹ de organomineral de cama de frango associado a inoculação de sementes com *R. tropici* propicia a obtenção de maior rendimento do feijoeiro. Por outro lado, a co-inoculação com *A. brasilense* se mostra pouco eficiente na nutrição do feijoeiro quando. O organomineral de cama de frango na dose 750 kg ha⁻¹ em associação com a inoculação de semente com *R. tropici* pode substituir o uso de adubo mineral na adubação da cultura de feijão.

Palavras-chave: bioinsumos; nutrição; produção de biomassa; cultivo sustentável; *Phaseolus vulgaris*.

ABSTRACT

Sustainable fertilization techniques, such as the use of organo-minerals, inoculants, and growth regulators, can be an alternative to the use of commonly used mineral fertilizers, which are often expensive and potentially polluting. This study aimed to evaluate nodulation, development, and yield of common bean in response to the addition of different doses of organo-mineral fertilizer based on chicken litter, in association with inoculation by *Rhizobium tropici* and co-inoculation with *Azospirillum brasilense*. An experiment was conducted during the 2022/2023 rainy season, using a randomized block experimental design in a 5x3+1 factorial scheme, with three replications. The treatments consisted of four doses of organo-mineral fertilizer (0, 375, 750, 975, and 1500 kg ha⁻¹), with or without inoculation with *R. tropici* and co-inoculation with *A. brasilense*, along with an additional treatment involving mineral fertilization. Nodulation variables (number of nodules per plant and dry nodule mass per plant), plant development (leaf area index, plant height, stem diameter, main root length, accumulation of dry biomass in the above-ground and root parts, and Nitrogen content), and agronomic characteristics (number of pods per plant, number of grains per pod, 100-grain weight, and grain yield) were assessed. Based on the results obtained, it can be concluded that the addition of organo-mineral fertilizer at sowing, in association with the use of *R. tropici* inoculant, influences nodulation and the growth of common bean. The components and yield of the common bean are influenced by the use of chicken litter-based organo-mineral fertilizer. The dose of 750 kg ha⁻¹ of chicken litter-based organo-mineral fertilizer, in association with seed inoculation with *R. tropici*, leads to higher common bean yields. Conversely, co-inoculation with *A. brasilense* appears to be less effective in bean nutrition. The chicken litter-based organo-mineral fertilizer at a dose of 750 kg ha⁻¹, in combination with seed inoculation using *R. tropici*, can replace the use of mineral fertilizer in bean cultivation.

Keywords: bio inputs; nutrition; biomass production; sustainable cultivation; *Phaseolus vulgaris*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Croqui da área onde o experimento foi implantado	26
Figura 2 - Número de nódulos totais do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango, associado à inoculação com <i>R. tropici</i> e co-inoculação com <i>A. brasilense</i> (a), e Média dos valores do número de nódulos totais de feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com <i>R. tropici</i> ou a co-inoculação com <i>A. brasilense</i> , em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa (b)	35
Figura 3 - Massa seca de nódulos do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango combinado ou não com a inoculação de semente com <i>R. tropici</i> ou a co-inoculação com <i>A. brasilense</i> (a), e Média dos valores do número de Massa seca de nódulos totais de feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com <i>R. tropici</i> ou a co-inoculação com <i>A. brasilense</i> , em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa (b).....	36
Figura 4 - Altura de planta do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango (a) e Altura de plantas do feijoeiro (cm) em função da inoculação com <i>R. tropici</i> e co-inoculação com <i>A. brasilense</i> (b).....	38
Figura 5 - Média dos valores da altura de planta de feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com <i>R. tropici</i> ou a co-inoculação com <i>A. brasilense</i> , em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa.	39
Figura 6 - Comprimento de raiz do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango (a), e Média dos valores do comprimento de raiz de feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com <i>R. tropici</i> ou a co-inoculação com <i>A. brasilense</i> , em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa....	40
Figura 7 - Massa seca de raiz do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango (a), e Média dos valores da massa seca de raiz do feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com	

a inoculação de semente com <i>R. tropici</i> ou a co-inoculação com <i>A. brasilense</i> em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa (b).	41
Figura 8 - Massa seca da parte aérea do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango (a), e média dos valores da massa seca da parte aérea do feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com <i>R. tropici</i> ou a co-inoculação com <i>A. brasilense</i> , em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa (b).	42
Figura 9 - Índice de área foliar do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango (a), Índice de área foliar do feijoeiro em função da inoculação com <i>R. Tropici</i> e co-inoculação com <i>A. brasilense</i> (b).	43
Figura 10 - Média dos valores do índice de área foliar do feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com <i>R. tropici</i> ou a co-inoculação com <i>A. brasilense</i> , em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa.	44
Figura 11 - Teor foliar de Nitrogênio no feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango com os tratamentos de sementes estudados (a), e o tratamento adicional referente a adubação mineral completa (b).	45
Figura 12 - Número de vagens por planta do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango (a), e Média dos valores do número de vagens por planta de feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com <i>R. tropici</i> ou a co-inoculação com <i>A. brasilense</i> , em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa (b).	47
Figura 13 - Número de grãos por vagem do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango (a), Número de grãos por vagem do feijoeiro em função da inoculação com <i>R. Tropici</i> e co-inoculação com <i>A. brasilense</i> (b).	48
Figura 14 - Média dos valores do número de grãos por vagem do feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com <i>R. tropici</i> ou a co-inoculação com <i>A. brasilense</i> , em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa.	49

Figura 15 - Peso de 100 grãos do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango (a), e Média dos valores do peso de 100 grãos de feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com *R. tropici* ou a co-inoculação com *A. brasilense*, em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa (b).
.....50

Figura 16 - Rendimento de grãos do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango (a), e Média dos valores do rendimento de grãos de feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com *R. tropici* ou a co-inoculação com *A. brasilense*, em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa (b).....52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características químicas e físicas do solo, coletado na camada de 0 - 20cm, na área da Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária (EMATER). Anápolis/GO, 2022 ¹	25
Tabela 2 - Caracterização química do organomineral	28
Tabela 3 - Resultados da análise de variância (QM) das cultura do feijão submetidas a diferentes doses de organomineral associado à inoculação com <i>R. tropici</i> e co-inoculação com <i>A. brasilense</i>	33
Tabela 4 - Resultados da análise de variância (QM) das cultura do feijão submetidas a diferentes doses de organomineral associado à inoculação com <i>R. tropici</i> e co-inoculação com <i>A. brasilense</i>	37
Tabela 5 - Resultados da análise de variância (QM) das cultura do feijão submetidas a diferentes doses de organomineral associado à inoculação com <i>R. tropici</i> e co-inoculação com <i>A. brasilense</i>	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	CULTURA DO FEIJÃO	16
2.2	NITROGÊNIO NO FEIJOEIRO.....	18
2.2.1	Fixação biológica de nitrogênio no feijoeiro.....	20
2.3	ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL.....	21
2.3.1	Adubação organomineral à base de cama de frango.....	22
2.4	INOCULAÇÃO COM <i>RHIZOBIUM TROPICI</i>	23
2.5	CO-INOCULAÇÃO COM <i>AZOSPIRILLUM BRASILENSE</i>	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1	DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	25
3.1.1	Unidade experimental e tratos culturais.....	26
3.2	ORIGEM E CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO ORGÂNICO.....	28
3.3	INOCULANTES	29
3.4	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	29
3.5	ANÁLISES REALIZADAS.....	29
3.5.1	Análise da nodulação.....	29
3.5.2	Análise de desenvolvimento da planta.....	30
3.5.3	Análise das características agronômicas	32
3.6	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1	NODULAÇÃO	33
4.1.1	Número de nódulos totais (NNT).....	34
4.1.2	Massa seca de nódulos totais (MSNT).....	35
4.2	DESENVOLVIMENTO DE PLANTA.....	36
4.2.1	Altura de planta (AP)	37
4.2.2	Comprimento de raiz (CR)	39
4.2.3	Massa seca da raiz (MSR)	40
4.2.4	Massa seca da parte aérea (MSPA).....	41

4.2.5	Índice de área foliar (IAF).....	42
4.2.6	Teor de Nitrogênio (N).....	44
4.3	CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS.....	45
4.3.1	Número de vagens por planta (NVP).....	46
4.3.2	Número de grãos por vagem (NGV)	47
4.3.3	Peso de 100 grãos (P100G).....	49
4.3.4	Rendimento de grãos (REND).....	50
5	CONCLUSÃO.....	53
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	54

1 INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) é considerado como um dos alimentos mais tradicionais da alimentação dos brasileiros com grande importância social e econômica (FERREIRA e BARRIGOSSI 2021; BRAZ, 2022). O Brasil é apontado como o maior produtor assim como também maior consumidor de feijão comum (IBRAFE, 2020). No ano de 2020/2021, a produção de feijão atingiu aproximadamente 3,0 milhões de toneladas, conforme relatório da CONAB (2022). Essa cultura é cultivada praticamente durante todo o ano, dividindo-se em três safras anuais: a safra das águas, semeada de outubro a dezembro; a safra da seca, semeada de fevereiro a março; e a safra de outono/inverno, semeada de abril a junho, como indicado por Araújo et al. (2020).

No Brasil, os tipos de grãos mais consumidos são feijão preto e feijão carioca. A importância desse alimento para a sociedade é em razão de além de ser fonte de proteínas, também é de minerais, fibras alimentares, ferro e cálcio (ALVES, 2022; FERREIRA & BARRIGOSSI, 2021).

A Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), não é capaz de suprir a demanda nutricional de Nitrogênio da cultura para atingir altos patamares de produtividade, maior que 2500 kg ha⁻¹, sendo então necessário complementar com fertilizantes de origem orgânica, mineral ou orgânica mineral (SOARES et al., 2016; SALES, 2020).

Sabe-se que o uso de fertilizantes na agricultura é algo primordial para a nutrição das plantas bem como a melhoria da fertilidade natural dos solos. A utilização destes faz com que a produtividade seja aumentada a fim de se obter altas produtividades capazes de suprir a crescente demanda mundial por alimentos. O Brasil ocupa a posição de ser o quarto maior consumidor de fertilizantes no mundo, responsável por 7% do consumo global (TEIXEIRA, 2021) o que justifica a grande produção agrícola apesar da baixa eficiência na utilização de fertilizantes pelas culturas (SAE, 2021; FRAZÃO et al., 2014).

Por possuir sistema radicular pouco desenvolvido e superficial, o feijoeiro é uma cultura muito exigente nutricionalmente necessitando de permanente suprimento de nutrientes. O nutriente mais comum que se faz necessário a reposição no feijoeiro é o Nitrogênio, sendo largamente utilizados os fertilizantes adubos minerais com base mineral nas adubações (NASCIMENTO, 2021). O Nitrogênio é um nutriente limitante e essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas (AIRES, 2014). Além

deste, os macronutrientes primários fósforo e potássio são nutrientes altamente requeridos (TAIZ e ZEIGER, 2012; FEBRONI, 2022). Os três juntos são reconhecidos como NPK, os mais demandados pelas culturas nas adubações.

Algumas fontes de Nitrogênio enfrenta-se o desafio de perdas em torno de 70% no solo, por processos de volatilização, percolação e erosão, o que resulta em baixa eficiência da adubação além de elevar o custo ambiental da prática devido a contaminação das fontes hídricas (CARVALHO *et al.*, 2018). Uma opção atrativa ao uso de adubos minerais no que tange a menor custo de aquisição e aumento na sustentabilidade das adubações é a utilização de resíduos orgânicos ou a Formulações Organominerais (FOMs) no manejo nutricional das culturas (FERREIRA, 2021; RESENDE *et al.*, 2012; VIDAL, 2020).

Os FOMs, são provenientes da combinação de fertilizantes minerais e orgânicos. Esses fertilizantes apresentam propriedades de interesse para a agricultura, tendo duas formas de aplicação: a mistura do fertilizante mineral + orgânico, e a formulação organomineral (CIANCO, 2010; OLIVEIRA, 2016). Possuem benefícios, pois são matérias-primas de resíduos de outros sistemas de produção. Isso faz com que o valor do investimento seja menor além de reduzir impactos no meio ambiente (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Além dessas vantagens, a utilização de adubos organominerais aumentam o teor de matéria orgânica, melhora a estrutura do solo preservando suas propriedades microbiológicas, favorece o aumento da produtividade bem como a qualidade final dos produtos produzidos (FERREIRA *et al.*, 2020).

Entre os principais resíduos manipulados para adubação orgânica a cama de frango tem merecido destaque (GEDOZ, 2014). De acordo com Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2020) a carne de frango é a que projeta maior taxa de crescimento de produção no período 2018/19 a 2028/29. O acúmulo dos dejetos provenientes da criação desses animais em grandes quantidades podem acarretar problemas ambientais, portanto o reaproveitamento da cama de frango torna-se uma estratégia tecnológica muito importante, pois esse material possui valor agrônômico devido a quantidade de nutrientes na composição, especialmente N, P e K, e a taxa de liberação desses nutrientes para a planta (CORRÊA *et al.*, 2016).

A cama de frango deve ser bem manejada, sendo assim, esta pode substituir total ou parcialmente o fertilizante químico (SANTOS, 2014). Além disso, melhora os

atributos físicos do solo devido a incorporação de matéria orgânica, reduz a erosão, aumenta a capacidade de retenção de água e melhora a aeração contribuindo com o desenvolvimento da flora microbiana do solo (BLUM *et al.*, 2003; FREITAS, 2018).

O uso de fixação biológica de Nitrogênio (FBN) também pode contribuir para a produção mais sustentável, e no caso do feijoeiro, classificada como fabacea o uso desta técnica possibilita aumentar a disponibilidade de Nitrogênio, considerado de maior demanda pela cultura. Este tem a capacidade de realizar simbiose mutualista por meio das raízes através da utilização de determinadas espécies de bactérias, principalmente a bactéria *Rhizobium Tropicum* (SOUSA *et al.*, 2022).

As estirpes SEMIA 4077, SEMIA 4088 e SEMIA 4080 pertencentes a espécie *R. tropici* que compõem os inoculantes comerciais destinados ao uso atualmente na cultura do feijão comum, são resistentes a elevadas temperaturas do solo, condição de acidez e maior competitividade quando comparadas as populações naturais de rizóbios no solo, o que as torna mais adaptadas ao cultivo em solos tropicais (BRITO *et al.* 2015). Estas características praticamente mudaram o paradigma do assunto no tocante ao feijoeiro, pois atualmente inúmeros estudos investigativos que comprovam a capacidade da FBN em fornecer o N demandado pela cultura, com obtenção de patamares de produtividade superiores a 1500 kg ha⁻¹ (OLIVEIRA *et al.*, 2017; BARBOSA *et al.*, 2020; SOUSA *et al.*, 2021; TEIXEIRA *et al.*, 2022).

A utilização de bactérias simbióticas e assimbióticas tem como base a associação de diferentes microorganismos, estes estabelecem efeito sinérgico, potencializando os resultados de produtividade se comparado com a utilização dos mesmos de forma isolada (BÁRBARO *et al.*, 2008). Assim, o *Azospirillum* potencializa o desenvolvimento da planta especialmente nas raízes, tendo como resultado melhoramento das condições para ocorrer simbiose *Rhizobium* (OLIVEIRA, 2018).

Os benefícios da combinação do *Azospirillum* com bactérias do gênero *Rhizobium*, técnica denominada co-inoculação, está relacionada com a capacidade de produção de fitormônios tais como auxinas e citocininas, estes fazem com que o sistema radicular tenha maior desenvolvimento (DE BRUIJN, 2015). O maior desenvolvimento das raízes é importante pois promove melhora na absorção de água e minerais, além de ter maior tolerância a estresses hídricos, e maior tolerância a pragas e doenças e como resultado uma planta com mais vigor e produtividade (CORREA *et al.*, 2008; BASHAN *et al.*, 2004). Na cultura do feijoeiro existem alguns

resultados relativamente recentes de pesquisa que comprovam a eficiência da co-inoculação (PERES et al., 2016; BARBOSA et al., 2020). Ademais, os custos de produção de feijão na agricultura familiar e comercial empregando co-inoculação *R. tropici* + *Azospirillum* é inferior ao emprego de adubo mineral nitrogenado (FERREIRA et al., 2020).

Os trabalhos investigativos envolvendo o emprego de adubo organomineral em que a base é constituída de cama de frango tendo sido usado na adubação de culturas como soja (VIANA et al., 2014), milho (CORRÊA et al., 2016) e tomate (RABELO, 2015), porém estes estudos são pouco conclusivos. Em se tratando de sua associação com a inoculação de *Rizóbium* e co-inoculação de *Azospirillum*, não se encontra informação sobre o assunto. Neste sentido, é de grande importância o estudo relacionado a adubação organomineral à base de cama de frango, juntamente com a técnica de inoculação e co-inoculação, por bactérias *Rhizobium* e *Azospirillum* na cultura do feijão, pois favorece a produção desta cultura com menor custo, além de preservar o meio ambiente.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o desenvolvimento e rendimento do feijoeiro comum em resposta à adição de diferentes doses de organomineral à base de cama de frango associada a inoculação com *Rhizobium tropici* e co-inoculação de *Azospirillum brasilense*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DO FEIJÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) refere-se a uma cultura pertencente à família Fabaceae, classe das dicotiledôneas, está entre as principais plantas dessa família com maior relevância na alimentação da humanidade (ARNS, 2018; GUIDOTI et al., 2018). A cultura tem como origem a América Central e América do Sul, e desde então surgiram novas variedades de grãos com diferentes características (GEPTS; DEBOUCK, 1991). Esta cultura possui uma significativa relevância econômica e social tanto no Brasil quanto no mundo (GOIS, 2022), e devido a necessidade de mão-de-obra por grande parte da produção ser obtida, de sistemas de produção que são formados por pequenos, médios produtores (ARNS, 2018). É considerada como uma das principais fontes de proteínas de menor custo para a população de vários países (BETTIOL et al., 2020).

No cenário brasileiro, é consumido em vários estados do país, principalmente por se tratar de uma fonte de proteína de baixo custo. O que o torna acessível para todas as classes sociais, sendo considerado por algumas pessoas, principalmente de baixa renda, como a principal fonte proteica da alimentação (BETTIOL et al., 2020). Em relação a importância dos seus valores nutricionais, estudos mostram que o consumo de feijão pode favorecer a redução do colesterol LDL e auxiliar no processo de emagrecimento devido aos compostos antioxidantes do feijão (NCHANJI; AGEYO, 2021). Além disso, é rico em carboidratos, proteínas, minerais e vitaminas, caracterizando-se como uma fonte de alimentação saudável (CELMELI et al., 2018).

É considerado como um alimento básico devido ao alto e regular consumo, como coadjuvante em fornecer proporções de energia total na dieta juntamente com outros alimentos, por exemplo, o arroz. No relatório da Food and Agriculture Organization (2022), sobre a dinâmica do comércio de alimentos na região de ocorrência da Guerra Rússia contra a Ucrânia consta que foi proibida a exportação de determinados alimentos no Egito, para suprimimento da necessidade alimentar da população em caso de escassez de alimentos e, dentre os alimentos reservados estava o feijão (FAO et al., 2022).

Essas características da cultura fazem com que a produção seja em grande escala. No ano de 2020, a produção total de feijão se consolidou em 27.545.942

toneladas, e o Brasil, considerado como o terceiro maior produtor de feijão do mundo, produziu 3.035.290 toneladas. Os países que ocupam o primeiro e segundo lugar com maior produção de feijão, são Índia e Mianmar respectivamente (FAOSTAT, 2022). No Brasil, os estados que se destacam com maiores toneladas de produções são: Paraná (534 mil t), Minas Gerais (529,3 mil t) e o estado de Goiás (371,4 mil t) de acordo com a (CONAB, 2022).

Como a produção de feijão acontece em praticamente todos os estados, a cultura apresenta grandes variações de tecnologias aplicadas no cultivo, condições edafoclimáticas, bem como também diferentes épocas e sistemas de plantio (TAVARES et al., 2017). O cultivo do feijão é realizado em três safras diferentes. A safra das águas, onde a semeadura é realizada entre os meses de agosto a dezembro, restringe-se às regiões Sul e Sudeste. A safra da seca, realizada entre os meses de janeiro a abril, abrange todos os estados do Brasil e a terceira safra que é denominada como safra de outono/inverno nos meses de maio a agosto (BARBOSA; GONZAGA, 2012; ARNS, 2018; Conab, 2020).

Diversos tipos de feijão são plantados no Brasil, e o tipo que é mais elevado em produção, em torno de 70%, é o carioca (MELO et al., 2012). Existem diversas cultivares de feijão carioca, entre elas a BRS estilo caracterizada por ser de grande qualidade com alto potencial produtivo (SANTIS et al., 2019) até mesmo em armazenamento por um longo período de tempo (MUNGO et al., 2021).

De acordo com Oliveira et al., 2018, o desenvolvimento desta cultura é dividido em duas fases: Vegetativa e Reprodutiva, e dentro de cada uma dessas fases há subdivisões em estádios fenológicos: V0: estágio onde acontece a germinação, inicia-se no dia da semeadura em solo úmido até o aparecimento dos cotilédones. V1: estágio fenológico onde há emergência, esta fase é considerada quando em torno de 50% dos cotilédones já estão visíveis no solo; V2: Folhas primárias, que acontece quando as folhas primárias se abrem e desenvolvem-se. O final desse estágio é quando se abre a primeira folha trifoliada; V3: Inicia-se com a primeira folha composta aberta, no momento em que a primeira folha trifoliada se expande por completo, o final desse estágio é quando ocorre a abertura da terceira folha trifoliada; V4: Terceira folha trifoliada se abre e se expande por completo até o aparecimento dos botões florais. A fase reprodutiva (R) é subdividida em: R5: período da pré-floração, onde os botões florais surgem, até o início do florescimento; R6: Florescimento, em torno de 50% das

plantas estão com as flores abertas; R7: Formação de vagens, desde o surgimento das vagens até atingirem máximo comprimento; R8: Enchimento de vagens: as folhas começam a cair e as vagens mudam de cor; R9: Maturação, as vagens começam a secar.

A cultivar BRS estilo possui resistência ao acamamento, arquitetura de planta ereta. O ciclo é de 85 a 95 dias entre a emergência até à maturação fisiológica e apresenta alto potencial produtivo (EMBRAPA, 2017).

Para atingir boa produtividade, um fator importante na cultura do feijão, além das características edafoclimáticas, é o manejo da adubação. A cultura é exigente em níveis adequados de nutrientes. Culturas de ciclo curto, como o feijoeiro necessita-se que os nutrientes estejam prontamente disponíveis. Isso demanda atenção no manejo da adubação para obtenção de altas produtividades (LACERDA et al., 2019)

O feijoeiro-comum, assim como outras Fabaceae, é fonte de Nitrogênio (N) para o solo. Apesar da baixa eficiência natural o N pode ser fixado via Fixação biológica de Nitrogênio (FBN) podendo ser utilizada como uma alternativa para a diminuição do uso de fertilizantes minerais no solo (VASCONCELOS et al., 2020).

2.2 NITROGÊNIO NO FEIJOEIRO

As culturas vegetais são impactadas positivamente ou negativamente através das quantidades de nutrientes que são disponibilizados para seu desenvolvimento. E dentre os nutrientes com maior demanda pelas plantas está o Nitrogênio, macronutriente primário essencial para as plantas, atua na constituição de células vegetais, clorofila, aminoácidos e ácidos nucleicos (TAIZ et al., 2017). No consumo energético a aplicação de fertilizantes nitrogenados representa grande parte na distribuição, produção e aplicação de insumos na agricultura. A falta deste nutriente traz como consequência a inibição do crescimento da planta acarretando em deficiências nutricionais com sintomas que variam desde clorose nas folhas mais velhas até a morte da planta (TAIZ et al., 2017; EL-BELTAGI et al., 2022).

No feijoeiro a exigência com maior demanda pelo Nitrogênio está relacionada, com o fato de o feijoeiro possuir curto ciclo de vida, além disso, possui pequeno sistema radicular e demanda acumulo de quantidades significativas de Nitrogênio nos grãos e na parte aérea (SILVA et al., 2020). Além disso, é um nutriente absorvido em

todas as fases de desenvolvimento (KRAESKI, 2021). A absorção deste nutriente é acentuada principalmente nas fases de florescimento e de enchimento de grãos. O Nitrogênio é translocado para os grãos, nesse momento se houver déficit de N no solo a produtividade poderá ser comprometida, uma vez que as folhas mais velhas cairão, resultando em redução na taxa fotossintética acentuando a deficiência nutricional. Se tratando do manejo do N, estudos sobre as doses adequadas, para que se tenha eficiência na aplicação, bem como também no aumento da produtividade do feijão visto que a média da produtividade nacional é baixa, em torno de 1500 kg há⁻¹, são extremamente importantes. O manejo correto desse nutriente tem como objetivo e vantagem reduzir perdas, com volatilização, lixiviação, desnitrificação e até mesmo erosão, favorecendo o meio ambiente e o sistema produtivo (DA SILVA, 2022).

Para o feijão o fornecimento desse importante nutriente pode ser feito através de adubos nitrogenados por meio da adubação na semeadura, adubação de cobertura, e através de atividade microbiana por meio de matéria orgânica fazendo a reciclagem de nutrientes e favorecendo os atributos físicos do solo (BARBOSA; GONZAGA, 2012). A demanda de recursos para haver adubação nitrogenada é consideravelmente alta, visto que os fertilizantes convencionais fontes de N, são caros e o preço varia de acordo com o mercado internacional (Cabral et al., 2021). Dessa forma adotar técnicas de produção que substituam as fontes convencionais são importantes para reduzir custos (REZENDE, 2022).

No feijoeiro as formas principais de absorção do Nitrogênio são: o nitrato (NO₃), ocorrendo um processo ativo onde há geração de energia devido a atividade de bombas de H⁺ possibilitando a entrada de íons na célula, e o amônio (NH₄⁺), ocorrendo um processo passivo, a favor do potencial eletroquímico (ALVES, 2014). As fontes de Nitrogênio mais utilizadas no Brasil são a ureia, nitrato de amônio e o sulfato de amônio sendo este último o adubo com maior capacidade de acidificação do solo. Os fertilizantes nitrogenados podem ser perdido através de processos como mineralização e imobilização; nitrificação; lixiviação e volatilização, sendo a ureia o fertilizante mais utilizado na agricultura e que apresenta maior capacidade de perda (VIEIRA et al., 2013; SILVA, 2022).

2.2.1 Fixação biológica de nitrogênio no feijoeiro

O Nitrogênio é um elemento químico essencial para todos os organismos vivos. Ele atua na síntese de proteínas, ácidos nucleicos (DNA e RNA), várias moléculas como a clorofila e outros compostos. A atmosfera terrestre é composta por aproximadamente 80% de Nitrogênio, porém ele está presente na forma molecular (N_2) gasoso. A maior parte dos organismos vivos não conseguem usar o Nitrogênio nessa forma molecular. Sendo necessário converter esse Nitrogênio para a forma de amônia (NH_3) que é o Nitrogênio na sua forma reduzida combinado com hidrogênio (FERNANDES, 2016; MENEZES, 2019)

Uma das formas de suprimento de N na cultura do feijão é por meio da fixação biológica de Nitrogênio (FBN) (GARRATT et al., 2018). A FBN consiste no processo de conversão do Nitrogênio na forma N_2 em Nitrogênio amoniacal NH_3 , a forma em que as plantas conseguem absorver. Esse processo é feito por meio da inoculação das sementes com microrganismos capazes de realizar essa simbiose, em que são formados nódulos nas raízes onde os microrganismos ficam abrigados (SPRENT; ARDLEY; JAMES, 2017). Dentre os microrganismos capazes de fazer essa fixação, estão o grupo constituído por bactérias da família *Rhizobiaceae*, gêneros *Bradyrhizobium*, *Rhizobium* e *Azorhizobium* que além da FBN pode favorecer o crescimento da planta e atuar como agentes de controle biológico (APONTE et al., 2017; SANTOS, 2016).

O feijoeiro comum, possui a capacidade de associar-se com bactérias fixadoras de Nitrogênio e então formar estruturas hipertróficas em suas raízes, lugar onde acontece o desenvolvimento dessas bactérias que fazem a fixação de N_2 . Nos nódulos radiculares, ocorre a diferenciação da célula bacteriana em bacteroide, que desempenha a capacidade de converter o Nitrogênio atmosférico em amônio. Esse amônio pode ser assimilado pela planta por meio de um complexo enzimático denominado nitrogenase, o qual participa dos processos bioquímicos (LEITE, 2018). É importante citar outro benefício dessa simbiose, como o potencial de fitorremediação, onde é imobilizado, removido ou absorvido as toxidades dos metais pesados na estrutura vegetal, de tal maneira que sejam minimizados os efeitos destes no meio ambiente (ELIAS; BALDANI; BERBARA, 2018; RODRIGUES; ORLANDELLI, 2018)

A Fixação biológica de Nitrogênio se tratando da cultura do feijão, em condições normais de campo e a depender das características do microrganismo utilizado, bem como também a disponibilidade de N no solo, e outras características pode fornecer a quantidade de até 125 kg ha⁻¹ de Nitrogênio (TEIXEIRA, 2022; BARBOSA, 2018).

2.3 ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL

As adubações para fornecimento de nutrientes para as plantas podem ser de diversas fontes: origem orgânica, mineral ou organomineral. Cada uma delas devem ser ajustada corretamente para atingir a demanda da cultura (LOURENÇO et al., 2013). A adubação organomineral é uma técnica que combina compostos orgânicos com fontes minerais, resultando em uma mistura rica em nutrientes como Nitrogênio, potássio, fósforo e ureia. Devido à alta quantidade de matéria orgânica e mineral presente na mistura, as perdas desses nutrientes são praticamente eliminadas. Isso permite que os produtores possam utilizar entre 35 a 40% menos das fontes de nutrientes, gerando uma significativa economia nos gastos com a produção. Além disso, a adubação organomineral estimula a proliferação de microrganismos no solo, o que resulta em uma melhor absorção dos nutrientes aplicados e na restauração do solo (LACONSKI, 2020).

Os fertilizantes organominerais possuem diversas vantagens como por exemplo a utilização de resíduos de outros sistemas de produção o que resulta na diminuição de impactos ambientais, apresenta menor custo se comparado aos minerais, o que se apresenta como uma opção atrativa e viável para pequenos produtores (OLIVEIRA et al., 2016). Na última década, a estimativa de comercialização de fertilizantes organominerais teve um aumento significativo desses fertilizantes obtidos por meio de matérias-primas como esterco, resíduos da indústria sucroalcooleira e agroindustriais e outros (ROCHA et al., 2015).

Os fertilizantes organominerais, de um modo geral, são o resultado da compostagem de fosfato, pouco solúvel, associado com diferentes resíduos orgânicos, e a adição de organismos selecionados para solubilizar o fósforo de baixa reatividade. A aplicação desses fertilizante com aplicação em fertirrigação e/ou via solo é bastante utilizada e nos recentes tempos tem-se utilizado produtos

nitrogenados, produtos fonte de potássio e micronutrientes aliados a componentes orgânicos (OLIVEIRA et al., 2016).

A produção de organominerais no Brasil se iniciou após sua incorporação na legislação Brasileira, em 1982, porém o emprego destes na adubação é recente, se for comparado ao uso dos fertilizantes minerais. Na literatura, as informações que estão disponíveis em relação a utilização de adubos organominerais ainda são poucas (PEREIRA, 2019).

Três grandes benefícios são oferecidos pelos Fertilizantes Organominerais (FOM): baixo custo da matéria prima (resíduo), fonte combinada de macro e micronutrientes em um material que possui grande quantidade de matéria orgânica e a sustentabilidade ambiental. Dos resíduos utilizados como matéria prima um dos mais utilizados no Brasil é a cama de frango (KINPARA, 2020).

2.3.1 Adubação organomineral à base de cama de frango

O Brasil é classificado como o segundo maior produtor do mundo e o primeiro maior em exportações de carne de frango devido à sua sólida infraestrutura tecnológica e investimentos significativos em processos produtivos avançados (BAUERMANN, 2023). Dados do IBGE mostram que em 2022, o Brasil produziu cerca de 14,5 milhões de toneladas (SOARES, 2023) e a expectativa é que a produção de frango aumente em torno de 2% em 2023.

O subproduto principal da avicultura é a cama de frango, geralmente é a mistura de palha de arroz, serragem ou capim picado, sabugo de milho triturado juntamente com dejetos das aves, ração, penas e outros, formando uma mistura cheia de nutrientes e elementos importantes para o desenvolvimento das plantas (MACHADO, 2019).

A utilização estratégica da cama de frango como alternativa apresenta benefícios significativos, uma vez que o material contém nutrientes que podem ser incorporados ao solo, resultando em um aumento na produtividade das lavouras e redução dos custos de produção. Ao utilizá-la como adubo orgânico, é possível alcançar um equilíbrio no balanço de nutrientes, garantindo compatibilidade com as características de fertilidade do solo, as exigências da cultura e o teor de nutrientes do biofertilizante (DIAS, 2019).

2.4 INOCULAÇÃO COM *RHIZOBIUM TROPICI*

As espécies de *Rhizobium* são bactérias presentes no solo responsáveis por converter o Nitrogênio molecular (N_2) em amônia (NH_3), a qual é absorvida pelas plantas através da ação da enzima nitrogenase (Silva et al., 2020). Para a cultura do feijão são produzidos inoculantes com a espécie *R. tropici*. Há três estirpes aprovadas pelo Ministério da Agricultura e pecuária SEMIA 4077 (CIAT 899), SEMIA 4080 (PRF 81), SEMIA 4088 (H 12) (MAPA, 2011). A eficiência de cada estirpe está relacionada com as condições do ambiente e recomendações devem ser realizadas através de estudos de casos regionais, isto devido aos diferentes resultados das mesmas estirpes em diferentes regiões (BRITO et al., 2015).

Os Rizóbios são caracterizados pela capacidade de realizar simbiose com o sistema radicular, através da formação de nódulos radiculares. Após a simbiose se estabelecer, há uma troca onde a planta disponibiliza fotoassimilados à bactéria e recebe produtos nitrogenados feitos da fixação de Nitrogênio, como por exemplo: ureídeos e aminoácidos (ROCHA, 2017). A formação dos nódulos facilita a absorção de nutrientes pelas plantas.

A inoculação surge como uma alternativa com grande potencial para que haja uma redução nos custos de produção, visando a sustentabilidade da agricultura, considerando a diminuição do uso dos fertilizantes nitrogenados minerais. Outro ponto importante é o papel fundamental na promoção da saúde do solo. As bactérias do gênero *Rhizobium* desempenha um papel importantíssimo melhorando a estrutura do solo (UNGRIA; MENDES; MERCANTE, 2013; BETTIOL, 2019).

Para os agricultores a inserção da técnica de inoculação contribui para que haja a diminuição dos impactos ambientais associados a produção agrícola levando em consideração todos os benefícios citados acima, além de trazer menores custos se comparado com os métodos tradicionais.

2.5 CO-INOCULAÇÃO COM *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*

A co-inoculação, é a técnica de inoculação combinada ou inoculação mista com bactérias nas fabacea com o objetivo de combinar microorganismos sinérgicos a fim de aumentar o desempenho da planta, aumentar a eficiência da FBN (LUNA, 2023

apud BÁRBARO et al., 2008). No feijoeiro as espécies mais utilizadas para esta prática são *R. Tropici* e *A. Brasilense* (HUNGRIA et al., 2013).

O *Azospirillum* é um gênero de bactérias que são reconhecidas por promover o crescimento, através do estímulo da produção de fitormônios, compostos que aumentam o comprimento da radícula (SANTOS, 2022). O número de estudos envolvendo o *Azospirillum* na cultura do feijão tem crescido bastante nos últimos anos (PERES et al., 2016, STEINER et al., 2019, BARBOSA et al., 2020).

Para se ter maior produtividade a co-inoculação é indispensável, mantem-se a nutrição mais balanceada, melhora a absorção de Nitrogênio e outros macro e micronutrientes, resultado de uma nodulação mais intensa e eficiente, melhorando assim a capacidade de absorção das plantas (HUNGRIA, et al., 2013).

Além da fixação de nitrogênio, as *Azospirillum* apresentam uma notável capacidade de produzir fito-hormônios estimuladores do enraizamento, como auxinas e citocininas. Esses compostos têm um impacto positivo no desenvolvimento do sistema radicular das plantas, promovendo uma maior ramificação e densidade radicular. Tal efeito é de extrema importância, pois um sistema radicular mais robusto contribui não apenas para uma melhor absorção de nutrientes, mas também confere resistência adicional às plantas contra condições adversas do solo (LOPES, 2007). Outro benefício associado à presença de *Azospirillum* na rizosfera é o aumento da colonização de micorrizas, simbiose fundamental entre fungos e raízes das plantas. Essa interação simbiótica aprimorada resulta em uma maior eficiência na absorção de nutrientes, fortalecendo ainda mais a capacidade das plantas de atender às suas demandas nutricionais. Essa sinergia de efeitos positivos contribui para melhorar significativamente a produtividade das culturas associadas à presença das bactérias *Azospirillum* (LOPES, 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária – EMATER, em Anápolis-GO, na safra das águas de 2022/2023, cujas coordenadas geográficas são: latitude 16°20'44.27" Sul, longitude 48°52'44.67" Oeste, com altitude média de 1032m (GOOGLE EARTH, 2018). O clima regional é caracterizado como tropical úmido com estação seca, chuvas concentradas entre outubro a abril e precipitação pluviométrica média anual de 1.600 mm, com temperatura média anual de 22°C, com mínima de 18°C e máxima de 32°C. Na classificação climática de Köppen, clima regional Aw.

Foram retiradas amostras de solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distroférico (EMBRAPA, 2018), na camada de 0-20 cm, e encaminhada ao laboratório para análises físico-químicas. Os resultados estão apresentados na **Tabela 1**.

Tabela 1 - Características químicas e físicas do solo, coletado na camada de 0 - 20cm, na área da Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária (EMATER). Anápolis/GO, 2022¹

Características Químicas		
Variáveis	Unidades	Resultados
Cálcio (Ca)	cmol _c dm ⁻³	2,9
Magnésio (Mg)	cmol _c dm ⁻³	1,0
Alumínio (Al)	cmol _c dm ⁻³	0,0
Acidez Potencial (H+ Al)	cmol _c dm ⁻³	3,8
Potássio (K)	cmol _c dm ⁻³	0,36
Potássio (K)	mg dm ⁻³	140,7
P (Melich)	mg dm ⁻³	18,1
Enxofre (S)	mg dm ⁻³	2,0
Sódio (Na)	mg dm ⁻³	2,1
Zinco (Z)	mg dm ⁻³	11,1
Cobre (Cu)	mg dm ⁻³	2,7
Ferro (Fe)	mg dm ⁻³	19,8

Manganês (Mn)	mg dm ⁻³	22,8
CTC	-	8,07
Saturação de bases (V%)	%	52,90
Ca/Mg	%	2,90
Ca/CTC	-	35,94
Mg/CTC	%	12,39
K/CTC	%	4,46
H+Al/CTC	%	47,09
Matéria Orgânica (Mo)	g dm ⁻³	31,0
Carbono	g dm ⁻³	17,98
pH (CaCl ₂)	-	5,1

Características físicas

Variáveis	Unidades	Resultados
Areia	g kg ⁻¹	450
Silte	g kg ⁻¹	110
Argila	g kg ⁻¹	440

¹Análise realizada no Solocria Laboratório Agropecuário Ltda, Goiânia – GO.

3.1.1 Unidade experimental e tratos culturais

A área experimental foi constituída de parcelas formadas de seis linhas de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m conforme mostra a **Figura 1**.

Figura 1 - Croqui da área onde o experimento foi implantado

BLOCO 1	BLOCO 2	BLOCO 3
Dose 3 - (282 gramas) x inoculação	Dose 4 - (376 gramas)	Testemunha x inoculação
Dose 1 - (94 gramas)	Dose 1 - (94 gramas) x co-inoculação	Dose 2 - (188 gramas) x inoculação
Dose 2 - (188 gramas)	Dose 3 - (282 gramas) x inoculação	Dose 3 - (282 gramas) x co-inoculação
Dose 4 - (376 gramas)	Testemunha	Dose 1 - (94 gramas) x inoculação
Dose 4 - (376 gramas) x co-inoculação	Testemunha x inoculação	Dose 3 - (282 gramas)
Dose 1 - (94 gramas) x co-inoculação	Dose 2 - (188 gramas) x inoculação	Testemunha
Testemunha	Testemunha x co-inoculação	Dose 4 - (376 gramas) x co-inoculação
Testemunha inoculação x	Dose 1 - (94 gramas)	Dose 1 - (94 gramas) x co-inoculação
Dose 2 - (188 gramas) x inoculação	Dose 3 - (282 gramas)	Adubo mineral
Dose 3 - (282 gramas) x co-inoculação	Dose 2 - (188 gramas)	Testemunha x co-inoculação
Dose 4 - (376 gramas) x inoculação	Dose 3 - (282 gramas) x co-inoculação	Dose 3 - (282 gramas) x inoculação
Dose 1 - (94 gramas) x co-inoculação	Dose 4 - (376 gramas) x co-inoculação	Dose 2 - (188 gramas)
Dose 3 - (282 gramas)	Adubo mineral	Dose 4 - (376 gramas)
Adubo mineral	Dose 4 - (376 gramas) x inoculação	Dose 1 - (94 gramas)
Testemunha x co-inoculação	Dose 1 - (94 gramas) x inoculação	Dose 4 - (376 gramas) x inoculação
Dose 2 - (188 gramas) x co-inoculação	Dose 2 - (188 gramas) x co-inoculação	Dose 2 - (188 gramas) x co-inoculação

Fonte: o autor

Em cada parcela experimental foi tomada como área útil as duas linhas centrais para avaliação das características agrônômicas no momento da colheita; as duas linhas laterais as duas centrais foram reservadas para análises de desenvolvimento de plantas no estágio V4.

Foi realizada a calagem do solo, três meses antes do plantio empregando 1,5 ton ha⁻¹ de cálcio dolomítico. O preparo de solo foi feito de forma convencional, com aração e duas gradagens. Em seguida, realizamos as adubações de base com o organomineral dos tratamentos nas doses estabelecidas para cada tratamento. A

inoculação de sementes foi feita com a dose de 150 mL kg⁻¹ sementes, enquanto a dose empregada em co-inoculação foi de 100 mL kg⁻¹ de *Azospirillum*, conforme recomendação dos fabricantes. A densidade de semeadura foi de 12 sementes por metro linear, empregando a cultivar BRS Estilo. Os tratamentos foram inoculados/co-inoculados e semeados imediatamente no solo. No tratamento adicional empregou-se no plantio o adubo formulado 05-25-15 na dose de 400 kg/há em cobertura. Realizada no estágio V3 na dose de 60 kg há⁻¹. Os tratos culturais foram os comumente aplicados a cultura do feijoeiro no controle de plantas daninhas, pragas e doenças. Utilizou-se o Conect inseticida: (200 ml para 100 l de água); Herbicidas: Flex e Fusilad: (a cada 20 l de água 100 ml.) e Fungicida: Bravomil: (100 l de água para 1 kg de Bravomil).

3.2 ORIGEM E CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO ORGÂNICO

Foi usado no estudo o adubo organomineral a base de cama de frango, cuja análise química apresentou os resultados apresentados na **Tabela 2**.

Tabela 2 - Caracterização química do organomineral

Características Químicas		
Determinação	Unidades	Resultados
Nitrogênio	%	0,97
Fósforo total	%	4,80
Citr. +H ₂ O Pa/c	%	1,94
Ac. Citrico	%	2,27
Potássio	%	2,40
Cálcio	%	5,10
Enxofre	%	1,64
Zinco	ppm	206,0
Boro	ppm	265,0
Carbono Orgânico	%	8,16
Matéria Orgânica	%	34,20
PH	-	7,7
Relação C/N	-	8/1
CTC	mmol kg ⁻¹	200,0

3.3 INOCULANTES

Aplicou-se o inoculante líquido para feijão comercial marca Biomax, a base de *R. tropici* (SEMIA 4077, SEMIA 4080 e SEMIA 4088) com garantia de 2×10^8 ufc mL⁻¹. A co-inoculação foi feita com o produto comercial a base de *A. brasilense*. As sementes foram inoculadas e lançadas imediatamente ao solo.

3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Foi empregado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial $5 \times 3 + 1$, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de organomineral (0; 375; 750, 975 e 1500 kg ha⁻¹), considerando a presença de inoculação com *R. tropici*, co-inoculação com *A. brasilense*, a ausência de qualquer inoculante, e um tratamento adicional referente à adubação mineral.

A determinação das doses foi fundamentada na dose considerada ideal (750 kg ha⁻¹), calculada com base na análise de solo. A partir dessa dose ideal, foram selecionados valores abaixo e acima para investigar a interação dessas doses com os microorganismos. A escolha de doses inferiores visa compreender se o tratamento de sementes pode estimular o sistema radicular a ponto de alcançar resultados comparáveis aos tratamentos que receberam a dose ideal de organomineral. Este enfoque permitirá uma avaliação abrangente da influência das diferentes doses, contribuindo para uma compreensão da interação entre as doses de organomineral e os microorganismos.

3.5 ANÁLISES REALIZADAS

3.5.1 Análise da nodulação

No estágio R5 foram coletadas com uma pá reta cinco plantas, na profundidade de 0-30 cm visando recuperar a maior quantidade de raiz, na área útil destinada a

avaliação do processo de nodulação e desenvolvimento de planta por meio das seguintes características:

Nodulação

- **Número de nódulos por planta (NNP):** O sistema radicular foi lavado inicialmente em água corrente para retirada do solo. Em seguida, as plantas foram seccionadas na região do colo visando fazer as avaliações neste momento do sistema radicular, referentes a contagem dos números de nódulos totais e massa seca de nódulos. Essas determinações foram realizadas nas raízes intactas. Todos os nódulos encontrados foram retirados, porém, somente os nódulos com 1 mm ou mais de diâmetro foram avaliados;
- **Massa seca de nódulos por planta (MSNP):** Após serem realizadas as contagens de nódulos e identificação da percentagem de viáveis, as amostras foram levadas para secagem em estufa a 65 °C até obter peso constante e, em seguida, realizada a determinação da massa seca dos nódulos, expressa em gramas (VIEIRA NETO et al., 2008). Estas análises foram realizadas no Laboratório de Secagem e Armazenamento de Produtos Vegetais– Universidade Estadual de Goiás.

3.5.2 Análise de desenvolvimento da planta

- **Índice de área foliar (IAF):** As folhas das plantas foram retiradas e passadas no medidor portátil modelo CI-202 Portable Leaf Area Meter, da marca CID Bio-Science. O IAF é a relação entre o somatório da área das folhas de uma planta e a superfície do solo que ela ocupa.

Equação 1:

$$IAF = \frac{AF * ST}{10.000}$$

Onde:

IAF = Índice de área foliar;

AF = Média da área foliar (m²) e

ST = Estande 1 de plantas por hectare.

- **Altura de planta (AP):** Com auxílio de uma fita métrica, foi mensurada entre o colo da planta e a extremidade apical da haste principal da planta.
- **Diâmetro do caule (DC):** Com auxílio de paquímetro mediu-se o diâmetro do caule na região do colo e a medida dada em cm.
- **Comprimento da raiz principal:** Com auxílio de uma fita métrica, foi mensurado o comprimento da raiz principal da planta, em cm.
- **Acúmulo da biomassa seca da parte aérea e da raiz:** As partes das plantas foram seccionadas em raízes, caules e folhas e acondicionadas sacos de papel kraft, e então levadas a estufa a 75°C por um período de 48 horas, pesando-as posteriormente em balança de precisão (0,01g) para obtenção da massa seca da parte aérea (caules e folhas) e da raiz (BORGES et al., 2011).
- **Teor de Nitrogênio:** Utilizou-se as folhas coletadas para obtenção da massa seca da parte aérea. Após a secagem das folhas em estufa a +/- 75°C por um período de 48 horas, foram pesadas amostras de aproximadamente 0,50 g e homogeneizadas em 2,5 g de mistura catalítica (sulfato de potássio e sulfato de cobre) e 7,0 mL de ácido sulfúrico procedendo a digestão a uma temperatura de 450°C, sendo mantido nesta condição até o líquido ficar transparente. Após este procedimento, com a amostra fria (temperatura ambiente), o tubo de Kjeldahl foi adaptado ao destilador e adicionados solução de hidróxido de sódio a 50%, procedendo a destilação até um volume final de amostra de 150 mL. Foi acoplado ao destilador um Erlenmeyer (receptor do destilado) com 20,0 mL de solução de ácido bórico a 4% e 5 gotas de indicador misto (0,132 g de vermelho de metila e 0,06 g de verde de bromo cresol). Após, a amostra foi titulada com solução de H₂SO₄ a 0,01 mol L⁻¹, até o ponto de viragem detectado visualmente. Os resultados foram calculados pela equação 2, e expresso em gramas (CARMO et al., 2000).

$$N = (V * a * 0,0014) / "m"$$

Em que: N = Concentração de Nitrogênio disponível em g; v = Volume da solução de ácido sulfúrico 0,01 mol L⁻¹ gasto na titulação após correção do branco (mL); a = Fator de correção da solução de ácido sulfúrico 0,1 mol L⁻¹; 0,0014 = Miliequivalente em grama de Nitrogênio e m = Massa da amostra em gramas.

3.5.3 Análise das características agronômicas

As análises das características agronômicas foram feitas com base nos dados de 10 plantas coletadas na área útil central de cada unidade experimental na ocasião da colheita, por meio das seguintes características:

- **Número de vagens por planta (NVP):** Média obtida com base no número de vagens obtido das dez plantas.
- **Número de grãos por vagem (NGV):** Média obtida com base no número de grãos obtidos no total de vagens das dez plantas.
- **Peso de 100 grãos (P_{100}):** Obtido utilizando amostras aleatórias de 100 grãos dos obtidos das dez plantas.
- **Rendimento de grãos:** Calculada pela massa dos grãos provenientes de todas as plantas coletadas, pesando-as em balança de precisão de 0,01g, e o resultado extrapolado para kg ha^{-1} .

3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$), sendo as doses de organomineral submetidas à análise de regressão, enquanto o fator inoculantes foi comparado pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. O confronto dos tratamentos componentes do fatorial versus tratamento adicional foi realizado pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Utilizou-se o software R nas análises.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 NODULAÇÃO

Pelo resultado da análise de variância apresentada na **Tabela 3**, pode-se averiguar as variáveis de nodulação estudadas foram influenciadas pela interação dupla dos fatores doses x inoculação de sementes estudados.

Tabela 3 - Resultados da análise de variância (QM) das cultura do feijão submetidas a diferentes doses de organomineral associado à inoculação com *R. tropici* e co-inoculação com *A. brasilense*

FV	GL	QUADRADO MÉDIO (QM)	
		NNT	MSNT
Blocos	2	9,4375	0,01103
Organo (O)	4	1950,888889**	0,66243 **
Inoculantes (I)	2	2182,755556**	1,61844 **
O x I	8	590,255556**	0,31932 **
Trat. Ad.	-	1885,03472**	2,67059 **
Resíduo	28	20	0,00994
CV (%)	-	12,2	3,4

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey. *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

^{NS} não significativo pelo teste de Tukey a 5%. Onde: NNT- número de nódulos totais, MSNT - massa seca dos nódulos totais.

Para as variáveis de nodulação analisadas, verificou-se através do coeficiente de variação, uma boa precisão experimental, consoante aos parâmetros citados por Pimentel Gomes (1990): segundo ele, quando inferior a 10% - baixo; entre 10 e 20% médio e acima de 20% muito alto.

4.1.1 Número de nódulos totais (NNT)

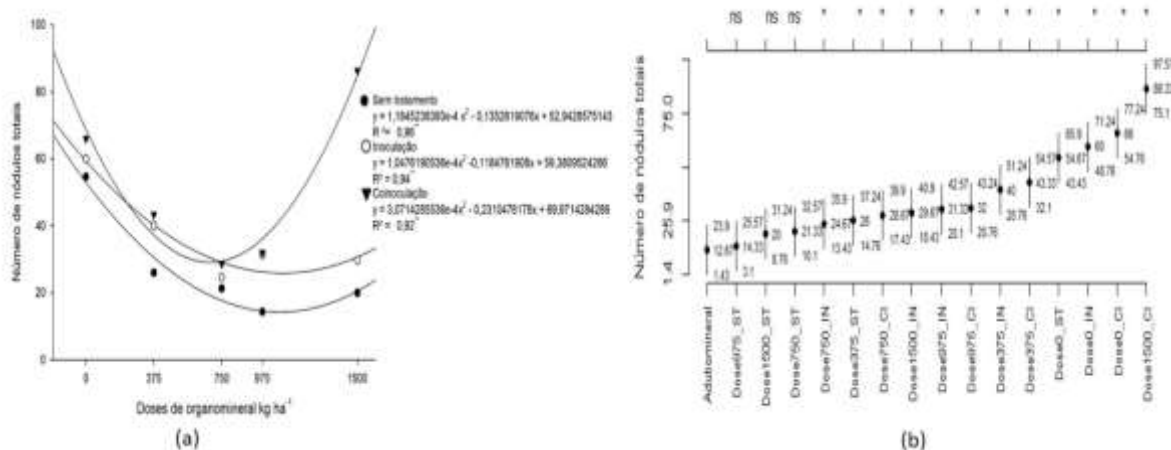
As raízes das plantas de feijão que receberam inoculação de sementes e co-inoculação apresentaram acréscimos dos NNT a partir da adição de 750 kg há⁻¹ de organomineral a base de cama de frango (**Figura 2 (a)**), atingindo valor máximo na dose de 1500 kg ha⁻¹. As sementes que não receberam nenhum tratamento, o NNT foi o menor e conforme aumenta-se as doses do organomineral foi observado a diminuição desses nódulos, resultado equivalente o tratamentos que recebeu somente a inoculação com *R. tropici*. A disponibilidade adequada de nitrogênio é essencial para estimular a atividade dos rizóbios, em níveis ideais de nitrogênio, as plantas tendem a formar uma simbiose eficaz, resultando em nódulos saudáveis e ativos. No entanto, doses excessivas de nitrogênio podem impactar negativamente a nodulação.

Tocheto e Boiago (2019) em seu estudo comparando formas de aplicação de co-inoculante também verificaram formação de nódulos nos tratamentos testemunha inferior aos que foram co-inoculados, similar a outros trabalhos que testaram a co-inoculação para outras culturas como Gitti (2016), ao verificar que a co-inoculação promoveu incremento da nodulação de plantas de soja. A superioridade dos tratamentos co-inoculados sobre os demais tratamentos é o resultado dos efeitos combinados que são proporcionados pela ação conjunta das duas bactérias, *R. tropici* + *A. brasilense*, corroborando para o aumento do número de nódulos em resposta a adição das doses de organomineral a partir de 750 kg ha⁻¹ e que reflete segundo Hungria et al. (2013) na massa dos nódulos e das raízes e no comprimento de raiz.

O fator adicional teve como base a adubação de origem mineral para comparar com o fornecimento de nutrientes dos tratamentos do fatorial constituídos pelo uso do adubo organomineral a base de cama de frango na semeadura combinado ou não com inoculação com *R. tropici* ou a co-inoculação com *A. brasilense*.

Para o NNT, a média foi igual a 12,7 para o tratamento com adubo mineral, valor inferior em relação aos outros tratamentos estudados, incluindo a testemunha (**Figura 2 (b)**), potencialmente colonizada por espécies nativas de rizóbios. Pelegrin (2009) verificou a diminuição da nodulação conforme aumenta a dose N aplicada. Em outro estudo realizado Mercante et al. (2006) observaram maior nodulação nas plantas inoculadas com estirpes de rizóbios eficientes, comparando com as plantas noduladas com os rizóbios nativos e com os tratamentos com adubação mineral nitrogenada.

Figura 2 - Número de nódulos totais do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango, associado à inoculação com *R. tropici* e co-inoculação com *A. brasilense* (a), e Média dos valores do número de nódulos totais de feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com *R. tropici* ou a co-inoculação com *A. brasilense*, em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa (b)

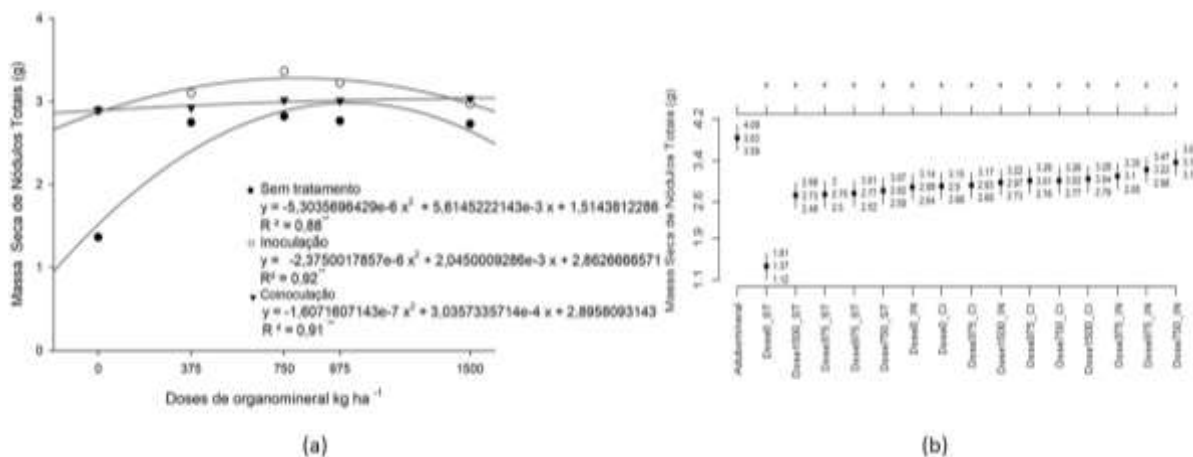


Onde: ST- Sem tratamento, In-inoculação com *R. tropici* e CI- coinoculação com *R. tropici* e *Azospirillum brasilense*. (a), Médias seguidas por “**” diferem estatisticamente entre si pelo teste Dunnet a 5% de probabilidade e “ns” para resultados não significativos (b).

4.1.2 Massa seca de nódulos totais (MSNT)

Os tratamentos com inoculação e co-inoculação apresentaram os maiores valores da MSNT, destacando-se a dose considerada ideal de 750 kg ha⁻¹ em associação com a inoculação de *R. tropici*, que proporcionou a obtenção da maior MSNT, em comparação com o tratamento testemunha (**Figura 3**). Esses resultados confirmar em parte os resultados a nodulação citados anteriormente. De acordo com Barzotto (2015), a FBN pode ser avaliada através do número de nódulos totais e também pela massa seca dos nódulos. Em seu trabalho utilizando a cultura da soja, o referido autor constatou que o número de nódulos decresceu conforme o aumento das doses de Nitrogênio, promovido pela adição das maiores doses de organomineral a base de cama de frango usada na adubação de base.

Figura 3 - Massa seca de nódulos do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango combinado ou não com a inoculação de semente com *R. tropici* ou a co-inoculação com *A. brasilense* (a), e Média dos valores do número de Massa seca de nódulos totais de feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com *R. tropici* ou a co-inoculação com *A. brasilense*, em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa (b).



Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey (a), Médias seguidas por “” diferem estatisticamente entre si pelo teste Dunnet a 5% de probabilidade e “ns” para resultados não significativos. Onde: ST- Sem tratamento, In-inoculação com *R. tropici* e CI- coinoculação com *R. tropici* e *Azospirillum brasilense* (b).

A relação do tratamento adicional referente ao uso de adubação mineral sobre a MSNT não apresenta diferença significativa entre os tratamentos. Todavia, observa-se tendências das maiores médias para o tratamento que recebeu o adubo mineral. Pelegrin (2009) verificou em seu experimento utilizando os fatores fonte nitrogenada mineral e inoculantes valores mais elevados da biomassa vegetal produzida no tratamento com aplicação de N sem o uso de inoculantes.

4.2 DESENVOLVIMENTO DE PLANTA

Pelo resultado da análise de variância na **Tabela 4** pode-se averiguar as variáveis estudadas que foram influenciadas pela interação dupla dos fatores doses x inoculação de sementes: Comprimento da raiz (CR), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), teor de nitrogênio (N), essas foram influenciadas pela interação dupla dos fatores. A altura de planta (AP) e índice de área foliar (IAF) foram influenciados significativamente pelos fatores isolados, ou seja, somente para doses e para a inoculação de sementes. Verifica-se ainda, que a única variável que

não foi influenciada significativamente pelos fatores estudados de forma isolada e/ou pela sua interação foi o diâmetro do caule (DC).

Tabela 4 - Resultados da análise de variância (QM) das cultura do feijão submetidas a diferentes doses de organomineral associado à inoculação com *R. tropici* e co-inoculação com *A. brasilense*

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS (QM)						
		AP	DC	CR	MSR	MSPA	IAF	N
Blocos	2	12,35363	0,00011	0,73178	0,06523	18,79914	0,01764	6,9436
Organo (O)	4	59,75508**	0,00426 NS	24,35536 **	1,75858 **	298,49217**	0,87665 **	165,08425 **
Inoculação (I)	2	218,05075**	0,01487 NS	185,93289 **	7,4526 **	1366,87854 **	6,98551 **	337,70498 **
O x I	8	10,92358 NS	0,00949 NS	2,54158 *	0,20528 **	20,71399 **	0,03878 NS	15,90593 **
Trat. Ad.	-	363,29288**	0,03581 NS	212,5194 **	8,95568 **	1835,40027 **	5,07811 **	642,46675 **
Resíduo	28	5,54372	0,00809	0,85167	0,01768	1,86266	0,06476	0,54495
CV (%)	-	6,1	17,0	4,7	2,2	3,4	8,7	1,8

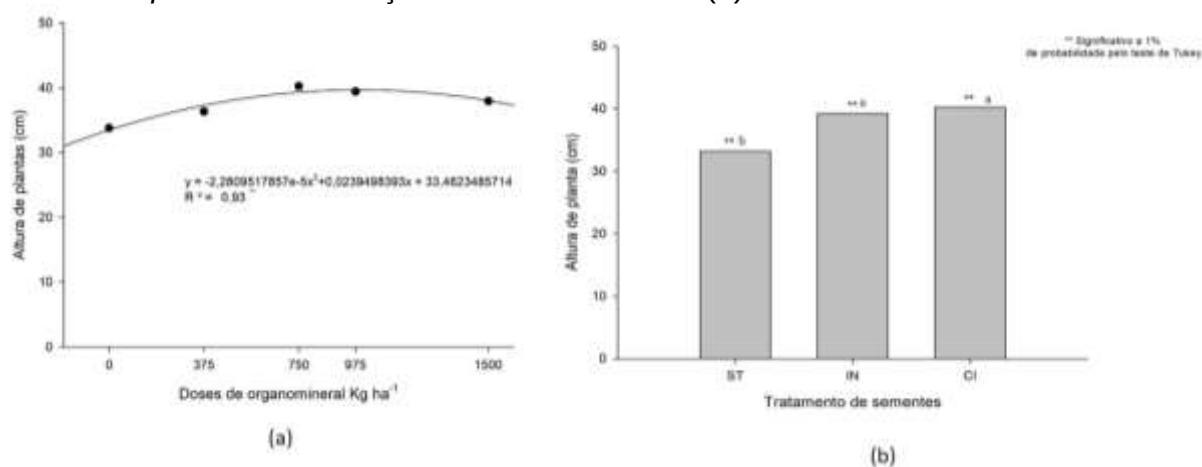
**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. NS não significativo pelo teste de Tukey a 5%. Onde: AP - Altura de planta, DC- Diâmetro do caule, CR - comprimento da raiz, MSR - massa seca da raiz, MSPA - massa seca da parte aérea, IAF - índice de área foliar, N - teor de nitrogênio.

Para todas as variáveis de desenvolvimento de plantas analisadas, nota-se, através do coeficiente de variação, uma boa precisão experimental, consoante aos parâmetros citados por Pimentel Gomes (1990).

4.2.1 Altura de planta (AP)

A variável AP apresentou diferença significativa para as doses de organomineral e para os procedimentos de inoculações realizados na sementes de forma isoladas. Nota-se que a AP para a dose 0 foi a menor, enquanto a maior AP foi encontrada com o emprego de 750 kg ha⁻¹ do organomineral de cama de frango. Os acréscimos das doses de organomineral promoveu as menores AP (**Figura 4**).

Figura 4 - Altura de planta do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango (a) e Altura de plantas do feijoeiro (cm) em função da inoculação com *R. tropici* e co-inoculação com *A. brasilense* (b).

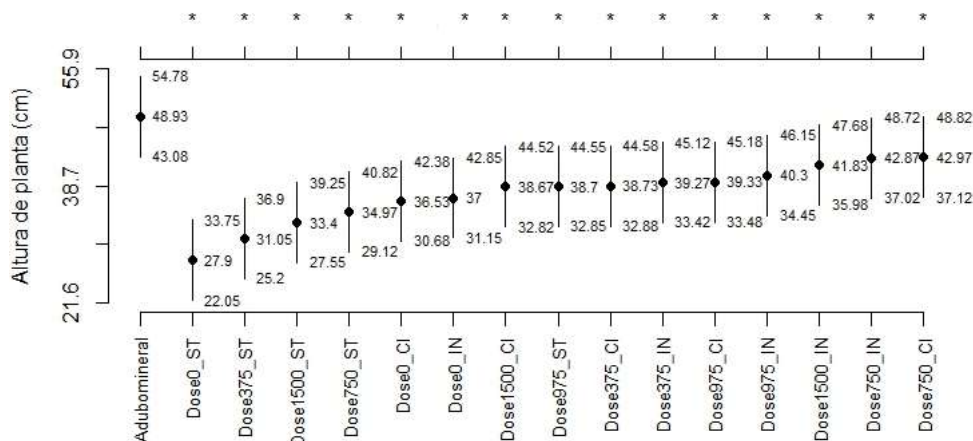


**Significativo a 1% de probabilidade (a), ST: Sem tratamento; In: Inoculação com *R. Tropici* e CI: co-inoculação com *A. brasilense*. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (b)

As plantas que não receberam nenhum tratamento de semente (testemunha) apresentaram menores AP quando comparadas com as plantas que receberam inoculação, sendo que o emprego da co-inoculação propiciou a obtenção de plantas com maiores alturas em comparação as sementes inoculadas somente com *R. tropici*. Esses resultados estão de acordo com Schossler et al. (2016) que verificaram a menor altura de plantas na testemunha, enquanto a inoculação e co-inoculação superaram da testemunha. Utilizando *R. tropici* + *A. brasilense*.

O emprego da adubação mineral proporcionou a obtenção de feijão com AP de 48,9 cm, valor esse superior aos demais tratamentos estudados, porém não sendo observada diferença estatística entre os tratamentos (**Figura 5**), mesmo a testemunha. Silva (2016) analisou o desenvolvimento do feijoeiro, sob diferentes adubações, encontrou maiores valores para altura de plantas comparando-se com a testemunha, discordando dos resultados obtidos nessa pesquisa.

Figura 5 - Média dos valores da altura de planta de feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com *R. tropici* ou a co-inoculação com *A. brasilense*, em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa.



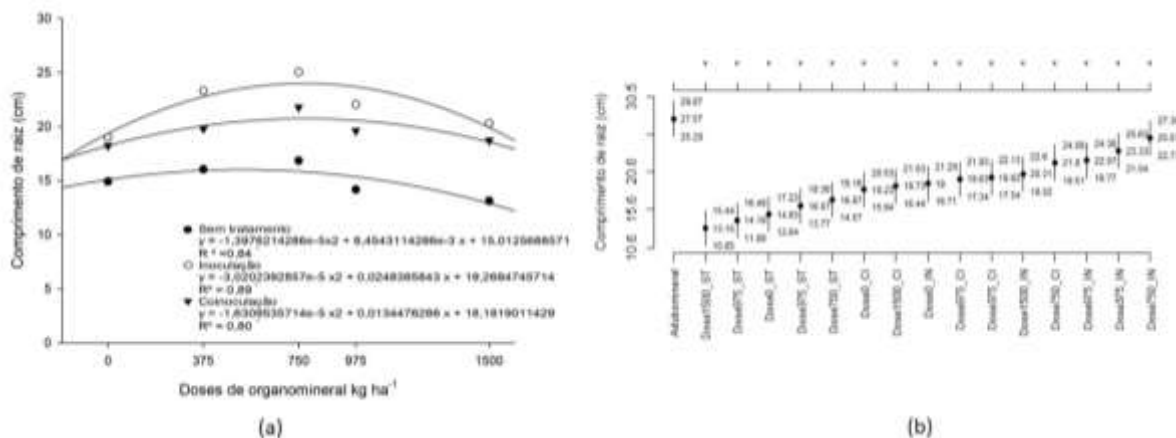
Médias seguidas por “**” diferem estatisticamente entre si pelo teste Dunnet a 5% de probabilidade e “ns” para resultados não significativos. Onde: ST- Sem tratamento, In-inoculação com *R. tropici* e CI- coinoculação com *R. tropici* e *Azospirillum brasilense*.

4.2.2 Comprimento de raiz (CR)

Para o CR nota-se que os tratamentos inoculação seguindo da co-inoculação apresentaram melhores resultados em relação as que não receberam nenhum tratamento (testemunha). A dose 750 kg ha⁻¹ do organomineral de cama de frango na semeadura juntamente com a inoculação com *R. tropici* se mostrou mais eficaz em promover o crescimento das raízes da cultura do feijão. Todavia, os resultados obtidos não confirmam que a adição do *Azospirillum* em co-inoculação foi capaz promover maior comprimento de raiz.

Bueno et al. (2017) afirmam que a utilização de rizobactérias como o *Azospirillum* promovem o crescimento das plantas por meio da síntese de enzimas e hormônios através de mecanismos relacionados, facilitando o incremento da raiz além de otimizar a absorção de água e nutrientes. Ademais, vários estudos demonstram que a co-inoculação com *A. brasilense* promove o aumento do crescimento dos pelos radiculares e das raízes laterais (BARBOSA, et al. 2021; RONDINA, 2020; CHIBEBA, et al., 2015), contrariando os resultados obtidos nesse estudo.

Figura 6 - Comprimento de raiz do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango (a), e Média dos valores do comprimento de raiz de feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com *R. tropici* ou a co-inoculação com *A. brasilense*, em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa.



*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (a), Médias seguidas por “**” diferem estatisticamente entre si pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade e “ns” para resultados não significativos. Onde: ST- Sem tratamento, In- inoculação com *R. tropici* e CI- coinoculação com *R. tropici* e *Azospirillum brasilense* (b).

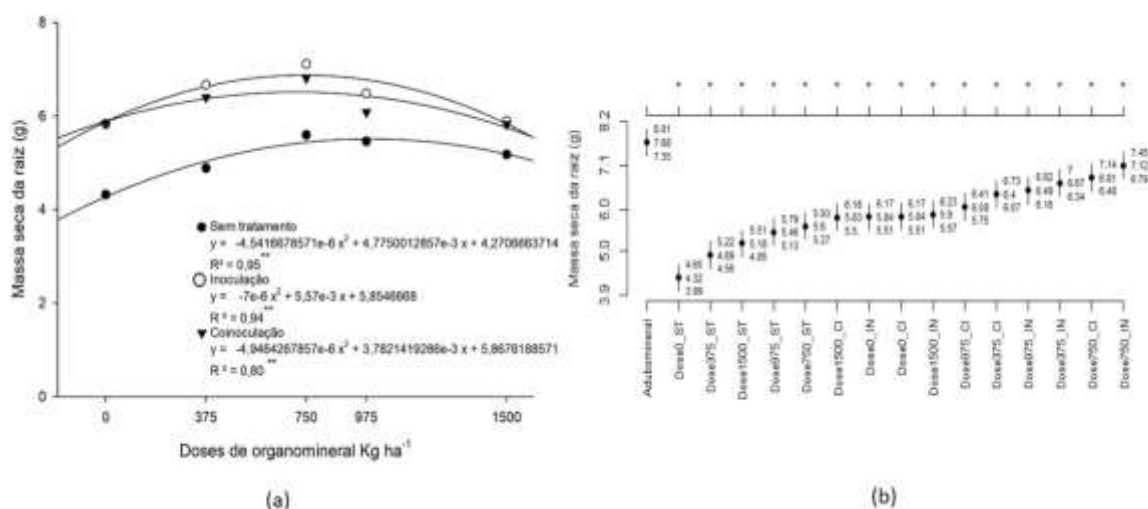
Para o CR o fator adicional, adubação mineral completa, não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, mostrando que o emprego do organomineral de cama da frango associado ou não à inoculante *R. tropici* na semente isoladamente ou em co-inoculação *Azospirillum* propiciou acréscimo do comprimento de raiz (**Figura 6 (b)**).

4.2.3 Massa seca da raiz (MSR)

Nota-se que até a dose de 750 kg ha⁻¹ promove acréscimos da MSR com a adição da inoculação com *R. tropici* e co-inoculação com *A. brasilense*, em resposta ao uso do organomineral da cama de frango, seguida de posterior decréscimo nas maiores doses estudadas (**Figura 7 (a)**). Estes resultados podem ser atribuído ao efeito de promoção de crescimento radicular, que provavelmente foi ocasionado pela adição dos nutrientes fornecidos pelo organomineral, além das pelas bactérias inoculadas nas sementes de feijão como fornecedoras de N para a cultura. Já o decréscimo da MSR promovido pela adição de doses de organomineral superiores a 750 kg ha⁻¹ se justificam ao efeito fitotóxico promovido pelas altas doses aplicadas do produto. A relação do tratamento adicional referente ao uso de adubação mineral

sobre a MSR, não apresenta diferença significativa entre os tratamentos. Todavia, observa-se tendências dos maiores médias para o tratamento que recebeu o adubo mineral.

Figura 7 - Massa seca de raiz do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango (a), e Média dos valores da massa seca de raiz do feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com *R. tropici* ou a co-inoculação com *A. brasilense* em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa (b).

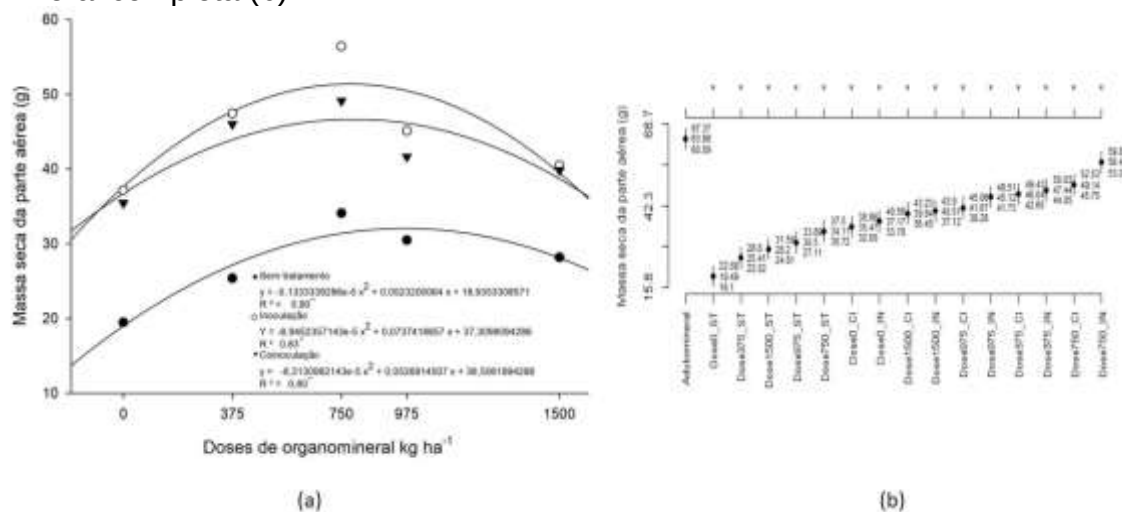


Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey (a). Médias seguidas por “” diferem estatisticamente entre si pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade e “ns” para resultados não significativos. Onde: ST- Sem tratamento, In-inoculação com *R. tropici* e CI- coinoculação com *R. tropici* e *Azospirillum brasilense* (b).

4.2.4 Massa seca da parte aérea (MSPA)

Para MSPA foi constatado o maior valor dos tratamentos que receberam a inoculação com *R. tropici*, sendo este superior a co-inoculação com *A. brasilense*, ambos superiores ao tratamento testemunha (**Figura 8** (a)). Os resultados encontrados por Santos (2018) demonstraram para a massa seca de planta em quantidade superior com a co-inoculação *B. japonicum* A. + *brasilense* aplicada na cultura da soja em relação a inoculação com *B. japonicum*, discordando em parte desse estudo sobre a ineficiência da *Azospirillum* em feijão, mais que confirma os resultados descritos na nodulação. Para o tratamento adicional, a MSPA não apresenta diferença significativa entre os tratamentos porém, observa-se tendências dos maiores médias para o tratamento que recebeu o adubo mineral (**Figura 8** (b)).

Figura 8 - Massa seca da parte aérea do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango (a), e média dos valores da massa seca da parte aérea do feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com *R. tropici* ou a co-inoculação com *A. brasilense*, em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa (b).



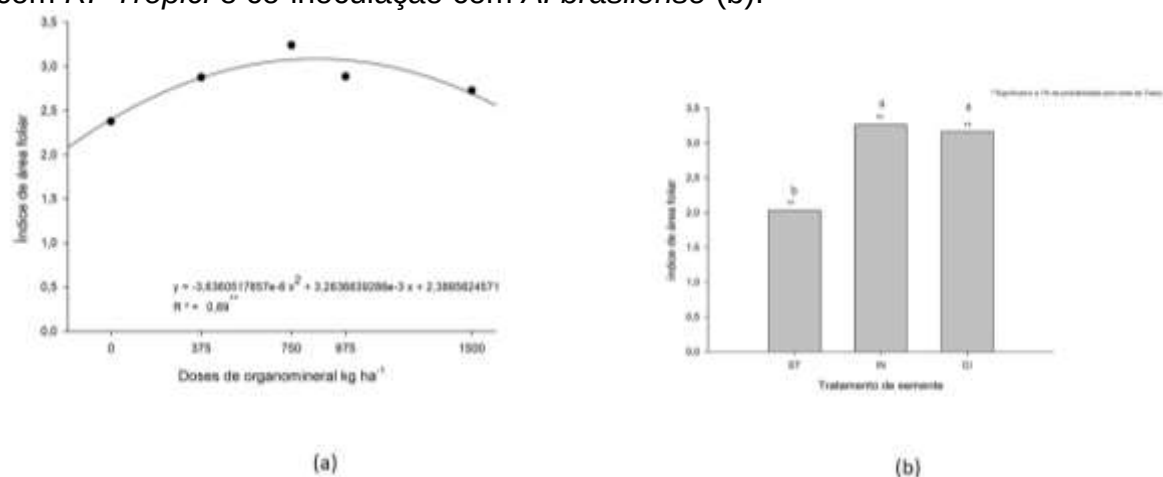
**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey (a). Médias seguidas por “*” diferem estatisticamente entre si pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade e “ns” para resultados não significativos. Onde: ST- Sem tratamento, In-inoculação com *R. tropici* e CI- coinoculação com *R. tropici* e *Azospirillum brasilense* (b).

4.2.5 Índice de área foliar (IAF)

Maior IAF foi observado para a dose de 750 kg ha⁻¹ (**Figura 9** (a)), seguido de decréscimo nas maiores doses de organomineral usadas na adubação de base, atribuído a efeito fitotóxico das maiores doses testadas. Pereira (2019) observou em seus estudos que os tratamentos com maior disponibilidade de N apresentaram maior desempenho em área foliar, propiciado pela adição do organomineral até uma dose limite.

Para os tratamentos envolvendo inoculação de sementes com *R. tropici* ou em co-inoculação com *A. brasilense* verificou-se que o IAF apresentou melhores resultados comparando a testemunha (**Figura 9** (b)). Quando se compara os efeitos da aplicação dos inoculantes, verifica-se que os valores médios estão próximos, não sendo detectados efeitos significativos entre ambos, porém com leve superioridade do tratamento que recebeu somente o inoculante.

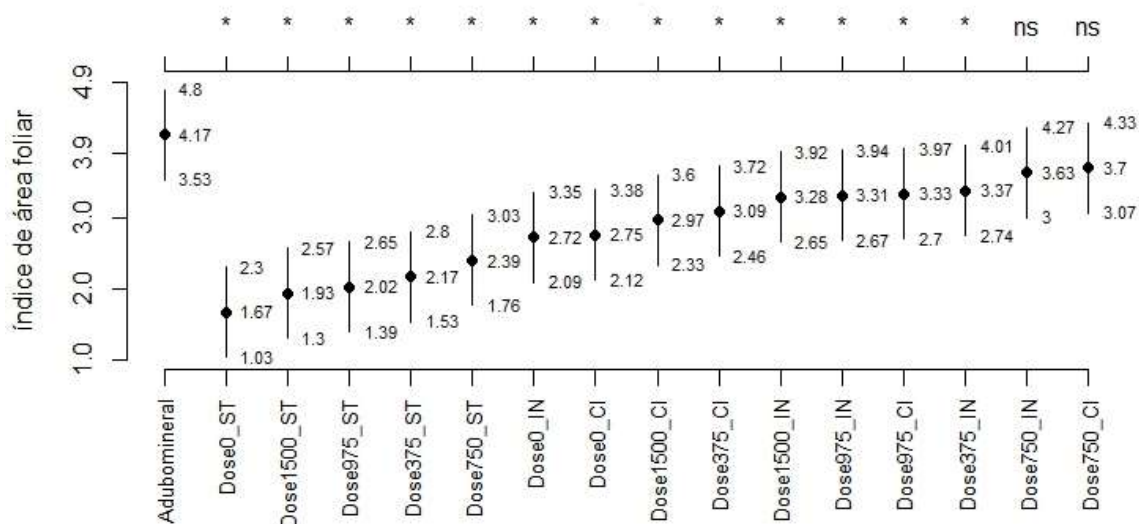
Figura 9 - Índice de área foliar do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango (a), Índice de área foliar do feijoeiro em função da inoculação com *R. Tropici* e co-inoculação com *A. brasilense* (b).



**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey (a). ST: Sem tratamento; In: Inoculação com *R. Tropici* e CI: co-inoculação com *A. brasilense*. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (b).

O fator adicional representado pela adubação nitrogenada apresentou maior valor de IAF, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (**Figura 10**). Apesar da adubação mineral ter propiciado maior IAF nota-se que as diferenças entre os valores foram pequenos, devendo a diferencia da detecção entre os tratamentos ser em função da boa precisão experimental.

Figura 10 - Média dos valores do índice de área foliar do feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com *R. tropici* ou a co-inoculação com *A. brasilense*, em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa.



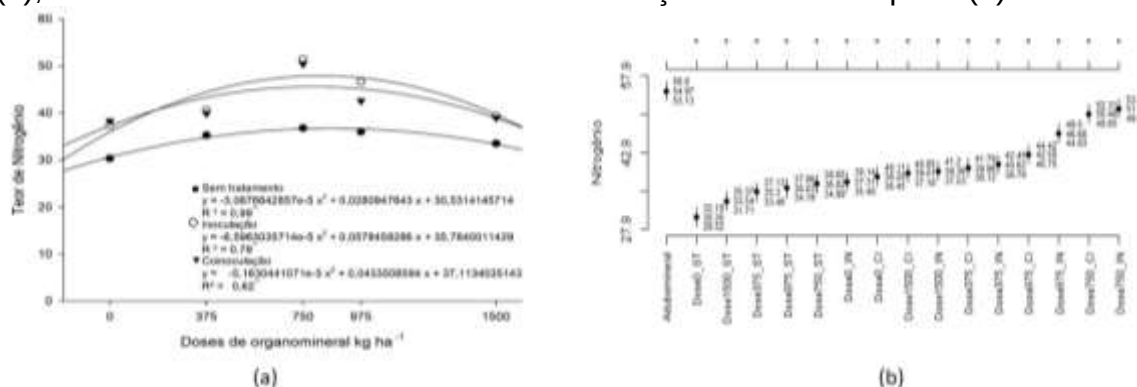
Médias seguidas por “*” diferem estatisticamente entre si pelo teste Dunnet a 5% de probabilidade e “ns” para resultados não significativos. Onde: ST- Sem tratamento, In-inoculação com *R. tropici* e CI- coinoculação com *R. tropici* e *Azospirillum brasilense*

4.2.6 Teor de Nitrogênio (N)

Para o teor foliar de N pode verificar-se que os tratamentos inoculados com *R. tropici* e a co-inoculados com *A. brasilense* apresentaram os maiores teores foliares de Nitrogênio, com médias de valores entre 30 e 40 g kg⁻¹ (**Figura 11**). Andrade et al. (2004) encontraram maiores teores de N nas cultivares de feijão Pérola e Aporé de 36 e 37 g kg⁻¹ de massa seca de folhas, respectivamente, valores estes que estão dentro dos limites máximos obtidos nesse estudo.

Para Malavolta et al. (1998) o teor foliar de N adequado para o bom desenvolvimento do feijoeiro é de 35 g kg⁻¹, portanto os valores dos teores foliares médios de N citados estão dentro desse limite. Estes resultados confirmam que inoculação de sementes de feijão com *R. tropici* e a co-inoculação com *Azospirillum* propicia acréscimos dos teores foliar de N. Em contrapartida, a testemunha apresentou o menor teor foliar de Nitrogênio – 27 g kg⁻¹, demonstrando que a população de bactérias nativas não foi capaz de suprir a demanda de N da cultura de feijão.

Figura 11 - Teor foliar de Nitrogênio no feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango com os tratamentos de sementes estudados (a), e o tratamento adicional referente a adubação mineral completa (b).



Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey (a). Médias seguidas por “” diferem estatisticamente entre si pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade e “ns” para resultados não significativos. Onde: ST: Sem tratamento, In: inoculação com *R. tropici* e CI: coinoculação com *R. tropici* e *Azospirillum brasilense* (b).

O fator adicional para o teor de Nitrogênio não apresentou diferença significativa entre os tratamentos.

O maior teor foliar de N foi obtido no tratamento adicional com emprego de adubo mineral, diferindo dos demais tratamentos investigados (**Figura 11** (b)) Todavia, os valores estão próximos aos obtidos nos tratamentos em foi empregado as doses do adubo organomineral de cama de frango, associado ou não ao emprego do inoculante ou a co-inoculação com *Azospirillum*.

4.3 CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS

Tabela 5 - Resultados da análise de variância (QM) das cultura do feijão submetidas a diferentes doses de organomineral associado à inoculação com *R. tropici* e co-inoculação com *A. brasilense*

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS (QM)			
		NVP	NGV	P100	REND
Blocos	2	1,41146	0,12985	0,86312	78.898
Organo (O)	4	36,185 **	0,34451 *	15,12811 **	1699027,4 9017**
Inoculação (I)	2	157,48689 **	1,52465 **	55,3627 **	11272658, 12988**
O x I	8	5,16467 **	0,02979 NS	2,41587 *	100844,44 638 **
Trat. Ad.	-	191,68368 **	3,83247 **	36,60316 **	3512513,4 3243**
Resíduo	28	0,17857	0,08816	0,95242	3.788

CV (%)	-	4,0	7,6	4,7	2,1
--------	---	-----	-----	-----	-----

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ^{NS} não significativo pelo teste de Tukey a 5%. Onde: número de grãos por vagem (NGV), NVP - número de vagens por planta, P100 - peso de 100 grãos, REND - rendimento de grãos.

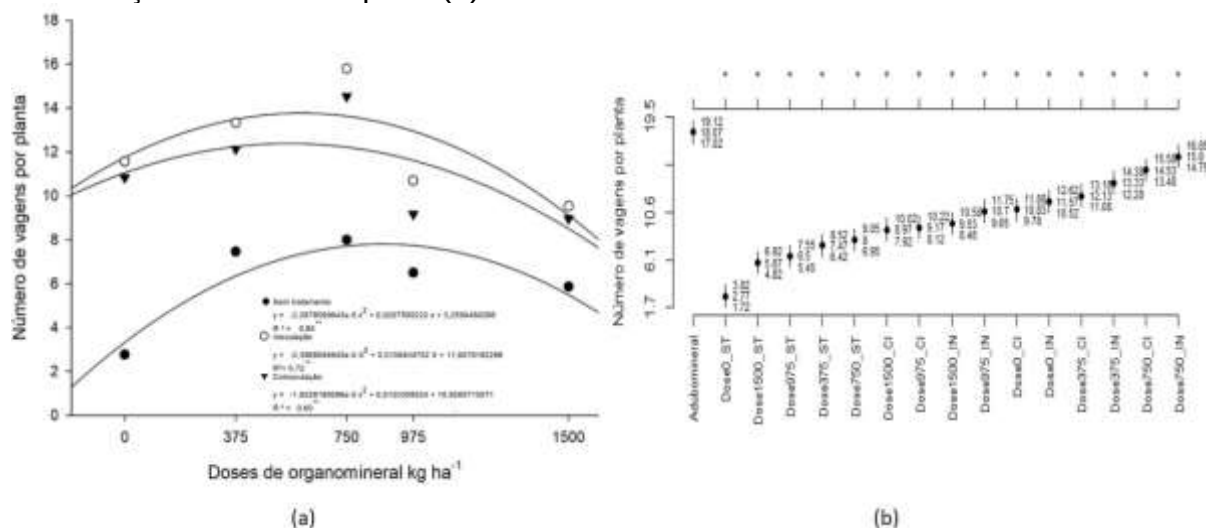
Para as características agronômicas verificou-se através do coeficiente de variação, uma boa precisão experimental, consoante aos parâmetros citados por Pimentel Gomes (1990).

4.3.1 Número de vagens por planta (NVP)

Os tratamentos que receberam a dose de 750 kg ha⁻¹ de organomineral a base de cama de frango, associado a inoculação de sementes com *R. tropici* seguindo da co-inoculação com *A. brasilense*, apresentaram maior NVP em relação ao tratamento testemunha (**Figura 12**). Estes resultando confirmam o potencial do emprego da fertilização com organomineral de cama de frango na dose de 750 kg há⁻¹ na semeadura associado a inoculação de sementes com *R. tropici* na cultura de feijão. Schossler et al. (2016) também notaram que os tratamentos com inoculação utilizando *R. tropici* e co-inoculação com *R. tropici* + *Azospirillum brasilense* foram superiores à testemunha em termos de quantidade de NVP produzidas, confirmando em parte os resultados constatados nesse pesquisa.

Por outro lado, o uso de doses de organomineral superiores a 750 kg ha⁻¹ resultou em uma redução significativa do NVP, associado à inoculação e co-inoculação de sementes de feijão. Este decréscimo é possivelmente atribuído à elevada quantidade de nutrientes desencadeando um efeito fitotóxico. Essa constatação enfatiza que, ao aplicar doses mais elevadas de adubo, há uma tendência de diminuição da produtividade. Isso é crucial para os produtores, pois, embora os resultados com doses excessivas possam ser melhores do que os tratamentos com doses menores, ainda assim, não atingem a máxima produtividade observada na dose ideal. Essa observação destaca a importância de encontrar um equilíbrio adequado no fornecimento de nutrientes, visando otimizar a produção de feijão.

Figura 12 - Número de vagens por planta do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango (a), e Média dos valores do número de vagens por planta de feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com *R. tropici* ou a co-inoculação com *A. brasilense*, em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa (b).



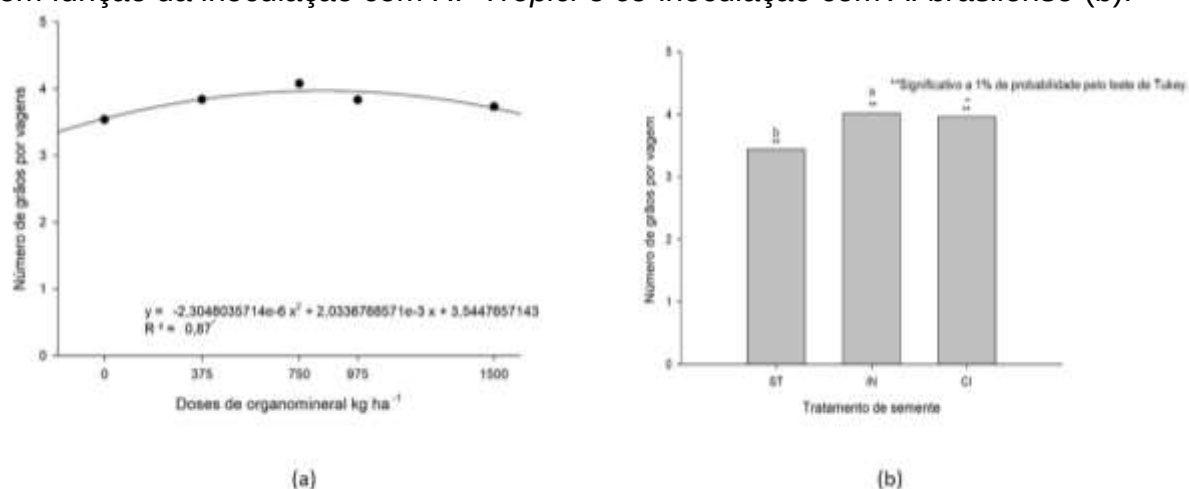
Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey (a). Médias seguidas por “*” diferem estatisticamente entre si pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade e “ns” para resultados não significativos. Onde: ST- Sem tratamento, In-inoculação com *R. tropici* e CI- coinoculação com *R. tropici* e *Azospirillum brasilense* (b).

Com relação aos componentes NVP e NGV pode-se averiguar que o fator adicional diferiu significância dos demais tratamentos (**Figura 12** e **Figura 13** (b)), porém estes resultados se devem mais a boa precisão experimental obtida no estudo, visto que os valores das médias serem próximas.

4.3.2 Número de grãos por vagem (NGV)

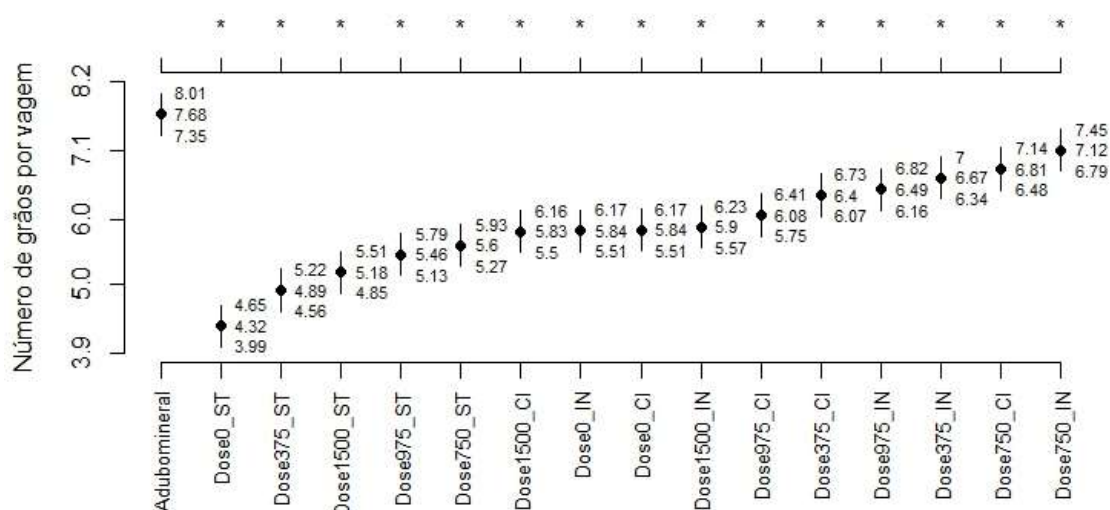
O NGV apresentou significância para os fatores investigados isolados, em que as plantas de feijão apresentaram maior valor com emprego de 750 kg ha⁻¹ do organomineral de cama de frango (**Figura 13** (a)), enquanto a inoculação com *R. tropici* e a co-inoculação com *A. brasilense* proporcionou a obtenção de lotes de grãos com maior NGV (**Figura 13** (b)), comparado ao tratamento testemunha.

Figura 13 - Número de grãos por vagem do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango (a), Número de grãos por vagem do feijoeiro em função da inoculação com *R. Tropici* e co-inoculação com *A. brasilense* (b).



*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (a), ST: Sem tratamento; In: Inoculação com *R. Tropici* e CI: co-inoculação com *A. brasilense*. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (b).

Figura 14 - Média dos valores do número de grãos por vagem do feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com *R. tropici* ou a co-inoculação com *A. brasilense*, em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa.



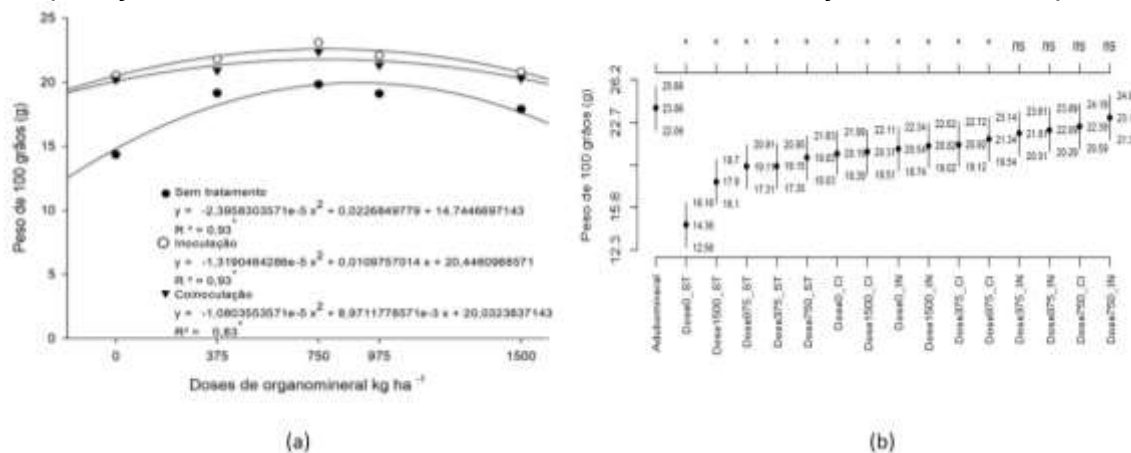
Médias seguidas por “*” diferem estatisticamente entre si pelo teste Dunnet a 5% de probabilidade e “ns” para resultados não significativos. Onde: ST- Sem tratamento, In-inoculação com *R. tropici* e CI- coinoculação com *R. tropici* e *Azospirillum brasilense*.

4.3.3 Peso de 100 grãos (P100G)

Quanto ao peso de 100 grãos, a interação dos fatores doses e tratamento de sementes demonstraram que o tratamento com inoculação com *R. tropici* seguindo da co-inoculação com *A. brasilense* apresentaram maiores pesos de grão em relação ao tratamento testemunha (**Figura 15 (a)**).

Apesar das variáveis NGV e P100G serem variáveis que sofrem pouca influência dos fatores do meio, a adição do organomineral a base de cama de frango associado a inoculação com *R. tropici* ou a co-inoculação com *A. brasilense* propiciaram acréscimos dos seus valores.

Figura 15 - Peso de 100 grãos do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango (a), e Média dos valores do peso de 100 grãos de feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com *R. tropici* ou a co-inoculação com *A. brasilense*, em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa (b).



*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (a), Médias seguidas por “**” diferem estatisticamente entre si pelo teste Dunnet a 5% de probabilidade e “ns” para resultados não significativos. Onde: ST- Sem tratamento, In-inoculação com *R. tropici* e CI- coinoculação com *R. tropici* e *Azospirillum brasilense* (b).

Para o P100G, o fator adicional referente o uso do adubo mineral nitrogenado apresentou diferença significativa entre as doses de organomineral de cama de frango referente as doses de 375, 750 e 975 kg ha⁻¹ associadas a inoculação com *R. tropici* como também para a dose 750 kg ha⁻¹ do organomineral associado a co-inoculação com *azospirillum* (**Figura 15** (b)). O tratamento adicional com adubação mineral superou-se os demais apresentando um valor de 3.933 kg ha⁻¹, a exceção do emprego da dose 750 kg ha⁻¹ de organomineral de cama de frango associada com inoculação *R. tropici*, cujo o rendimento de grãos foi de 3.861 kg ha⁻¹. Estes resultados são concordantes aos obtidos no estudo de Oliveira (2021), que avaliando a produtividade em seu experimento verificou que o tratamento com adubo nitrogenado não diferiu daqueles que não receberam adubação nitrogenada e inoculação no feijoeiro.

4.3.4 Rendimento de grãos (REND)

O REND do feijoeiro foi influenciado pelos fatores estudados. O emprego da dose 750 kg ha⁻¹ de organomineral de cama de frango associado com a inoculação com *R. tropici* seguindo da co-inoculação com *A. brasilense* apresentaram o maior potencial produtivo em relação ao tratamento testemunha (**Figura 16** (a)), atingindo

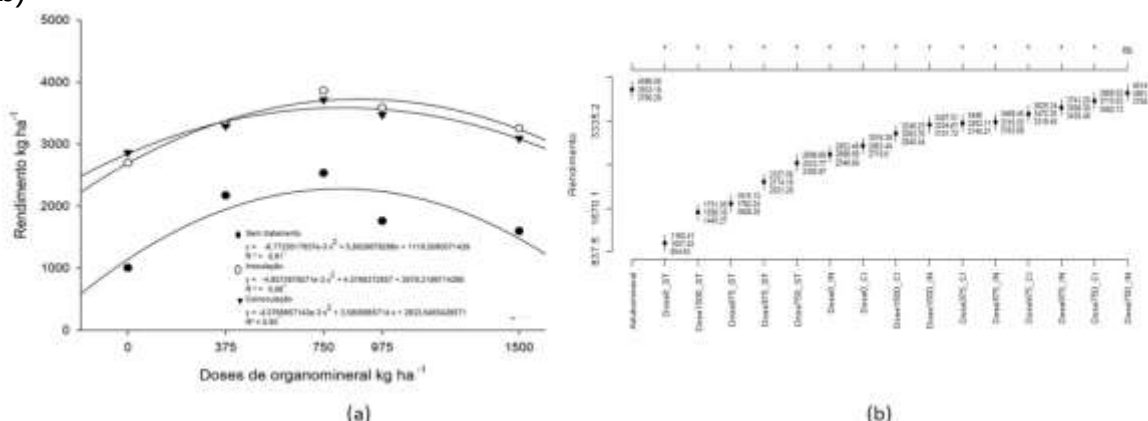
valores superior as 3,0 ton. ha⁻¹, e que chega a atingir a três vezes mais a média nacional brasileira de feijão (Conab, 2023). Estes resultados confirmam a eficiência do uso do organomineral a base de cama de frango associado a inoculação de *R. Tropici* em propiciar acréscimos do rendimento do feijoeiro, além do fato de que o feijão é pouco responsivo o uso de *azospirillum* adicionado em co-inoculação com *R. tropici*, sendo portanto mais eficiente o emprego isolado da inoculação. Souza et al. (2020) afirmam que a inoculação de sementes com *R. Tropici* proporcionou um acréscimo de 10,2% no rendimento de grãos de feijão comparando com a média dos tratamentos apenas fertilizados por Nitrogênio, resultados concordantes aos obtidos nessa pesquisa. Os tratamentos que receberam exclusivamente doses do organomineral apresentaram rendimentos inferiores, embora ainda consideráveis para a cultura do feijão, alcançando 2000 kg ha⁻¹. No entanto, ao adicionar a inoculação, observou-se um incremento significativo de 50% na produtividade. A dose ideal, quando combinada com a inoculação, demonstrou um aumento substancial no rendimento, indicando que não é necessário elevar a quantidade de organomineral. Quanto ao tratamento adicional, observa-se que o rendimento se aproximou consideravelmente dos tratamentos inoculados. Embora os tratamentos inoculados não tenha superado o tratamento mineral, revela um resultado bastante positivo, alcançando níveis comparáveis à adubação mineral. Este achado destaca a eficácia da inoculação, mostrando resultados notáveis e aproximando-se da performance obtida com a adubação mineral.

Não houve diferença estatística entre a adubação mineral e a adubação organomineral empregando a dose de 750 kg há⁻¹ associado a inoculação comprovando a importância da associação dessa técnica no campo. A redução da dependência de fertilizantes nitrogenados é um fator crucial para a economia agrícola. A FBN proporcionada pela inoculação contribui para uma redução nos custos associados à compra e aplicação desses fertilizantes, representando uma economia direta para os agricultores. Além disso, a utilização eficiente dos recursos naturais, como o nitrogênio atmosférico, contribui para práticas agrícolas mais sustentáveis e ecologicamente responsáveis.

Dessa forma, do ponto de vista econômico, a inoculação na cultura do feijão representa uma estratégia eficaz para otimizar os custos de produção, aumentar a

eficiência no uso de nutrientes e promover práticas agrícolas sustentáveis, contribuindo assim para o sucesso e a rentabilidade da produção de feijão.

Figura 16 - Rendimento de grãos do feijoeiro em função das doses do organomineral a base de cama de frango (a), e Média dos valores do rendimento de grãos de feijão em função de doses do organomineral a base de cama de frango, combinado ou não com a inoculação de semente com *R. tropici* ou a co-inoculação com *A. brasilense*, em comparação com o tratamento adicional referente a adubação mineral completa (b)



Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey (a), Médias seguidas por “” diferem estatisticamente entre si pelo teste Dunnet a 5% de probabilidade e “ns” para resultados não significativos. Onde: ST- Sem tratamento, In-inoculação com *R. tropici* e CI- coinoculação com *R. tropici* e *Azospirillum brasilense* (b).

5 CONCLUSÃO

A adição de organomineral a base de cama de frango na semeadura associado ao emprego de inoculante *R. tropici* influencia a nodulação e o crescimento do feijoeiro.

O organomineral de cama de frango na dose 750 kg ha⁻¹ em associação com a inoculação de semente com *R. Tropici* pode substituir o uso de adubo mineral na adubação da cultura de feijão.

Os tratamentos que receberam exclusivamente doses do organomineral apresentaram rendimentos inferiores, embora alcançando 2000 kg ha⁻¹. No entanto, ao adicionar a inoculação, observou-se um incremento significativo de 50% na produtividade. A dose ideal, quando combinada com a inoculação, demonstrou um aumento substancial no rendimento, indicando que não é necessário elevar a quantidade de organomineral. Quanto aos tratamentos inoculados observa-se que alcançou rendimentos similares ao tratamento mineral.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ADEGARI, M. Inoculation of bean (*Phaseolus vulgaris*) seeds with *Rizobium phaseoli* and plant growth promoting rhizobacteria. **Advances in Environmental Biology**, v. 8, n. 2, p. 419 - 424, 2014.
- AIRES, B.C. **Resposta de cultivares de feijão comum à adubação nitrogenada**. 2014. 112p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: agricultura) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2014.
- Alves, L. A., Silva, A. V., Franco, M. E. A., Miranda, T. F. D., & Vieira, A. L. V.. Proteína dos grãos de feijão-comum em resposta à co-inoculação de *Rhizobium* e *Azospirillum*. 14º Jornada Científica e Tecnológica e 11 º Simpósio de Pós-Graduação do IFSuldeminas, **Anais...** v. 14, n. 1, 2022.
- ALVES, L. S. **Cinética de absorção de nitrato de amônio e produção de grãos e óleo de girassol em diferentes níveis de nitrogênio e boro**. 2014. 46 p. Dissertação (mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2014.
- ANDRADE, C.A.B.; PATRONI, S.M.S. CLEMENTE, E.; SCAPIM, C.A. Produtividade e qualidade nutricional de cultivares de feijão em diferentes adubações. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 1077-1086, 2004.
- APONTE, A.; CASTILLO, O., CABRERA, G., PERNIA, M.; HERNANDEZ, Y. *Rizobacteria Pseudomonas fluorescens* and *Azospirillum* sp. association enhances growth of *Lactuca sativa* L. under tropical conditions. **Journal of Central European Agriculture**, v. 18, n. 2, p. 424-440, 2017.
- ARAÚJO, K. C.; SILVEIRA JÚNIOR, M. A.; FERREIRA, E. A.; SILVA, E. B.; PEREIRA, G. A.M.; LIMA, R. C. Crescimento do feijoeiro sob efeito de adubação e competição com plantas daninhas. **Nativa**, v. 6, n. 1, p. 20-26, 2018.
- ARAÚJO, M. L.; MAGALHÃES, A. C. M. de; ABREU, M. G. P. de; MACIEL, J. A.; FILHO, A. L. M.; Efeito de diferentes potenciais osmóticos sobre a germinação e o desenvolvimento de plântula de feijão enxofre. **Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 22, n. 3, p. 201-204, 2018.
- ARAÚJO, R. F.; SILVA, F. W. S.; ARAÚJO, E. F.; ASSIS, M. O.; TEIXEIRA, M. C. L.; Diagnóstico da qualidade fisiológica de sementes de feijão usadas por agricultores familiares da zona da mata. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 10, n. 1, p. 115-123, 2020.
- ARNS, F. D. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijão carioca em função do tempo de armazenamento e do ano de cultivo. 2018. 65 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.
- BÁRBARO, I. M.; BRANCALIÃO, S. R.; TICELLI, M.; MIGUEL, F. B.; SILVA, J. A. A. Técnica alternativa: co-inoculação de soja com *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* visando incremento de produtividade. **Infobibos**, 2008. Disponível em: <http://www.infobibos.com/artigos/2008_4/coinoculacao/index.htm>. Acesso em: 05 de jun.2022.
- BÁRBARO, I. M.; BRANCALIÃO, S. R.; TICELLI, M.; MIGUEL, F. B.; SILVA, J. D. Técnica alternativa: co-inoculação de soja com *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* visando incremento de produtividade. [S. l.: s.n.], 2008.
- BARBOSA, C. K. R.; REIS, J. N.; BRIGANTE, G. P.; FRANCO JUNIOR, K. S. Adubação nitrogenada, inoculação e coinoculação na cultura do feijoeiro-comum. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 1, p. 1-6, 2020.
- BARBOSA, C.K.R.; REIS, J.N.; BRIGANTE, G.P.; FRANCO JUNIOR, K.S. Adubação nitrogenada, inoculação e coinoculação na cultura do feijoeiro-comum. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, p. 1–6, 2020.

BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum na Região Central Brasileira: 2012-2014. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão. 2012, 247 p. (Documentos, 272).

BARBOSA, J. Z.; HUNGRIA, M.; DA SILVA SENA, J. V.; POGGERE, G.; DOS REIS, A. R.; CORRÊA, R. S. Meta-analysis reveals benefits of coinoculation of soybean with *Azospirillum brasilense* and *Bradyrhizobium* spp. in Brazil. **Applied Soil Ecology**, v. 163, p. 103913, 2021.

Barbosa, N.; Portilla, E.; Buendia, H. F.; Raatz, B.; Beebe, S.; Rao, I. Genotypic differences in symbiotic nitrogen fixation ability and seed yield of climbing bean. **Plant and Soil**, v.428, p.223-239, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3665-y>
» <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3665-y>

BARZOTTO. **Nitrogênio e água como fatores de produtividade da soja (Glycinemax(L.) Merrill)**.2015. 59 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; DE-BASHAN, L. E. *Azospirillum*-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). **Canadian Journal of Microbiology**, v. 50, p. 521-577, 2004.

BAUERMANN, B. F. C.; ALVARES, E.; MATKIEVICZ, G. P.; OLEQUES, J. D. C.; OLIVEIRA, J. V. A. D.. Competitividade das exportações brasileiras da carne de frango frente às exportações americanas. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 2, n. 52, 2023.

BETTIOL, J. V. T. **Produção sustentável do feijão comum: inoculação, coinoculação e adubação mineral em cultivares de ciclo precoce**. 2019. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista – Unesp, Jaboticabal, 2019.

BETTIOL, J. V. T.; FILLA, V. A.; LEAL, F. T.; COELHO, A. P.; MEIRELLES, F. C.; LEMOS, L. B.; BOSSOLANI, J. W.. Sustainable production of com-mon beans: inoculation, co-inoculation and mineral fertilization in early-cycle cultivars. **Journal of Plant Nutrition**, v.44, n.1, p.16-28, 2020. <<https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1822403>>

BLUM, L. E. B.; AMARANTE, C. D.; GUTTLER, G.; MACEDO, A. D.; KOTHE, D.; SIMMLER, A.; GUIMARÃES, L. Produção de moranga e pepino em solo com incorporação de cama aviária e casca de pinus, **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 627-631, 2003.

BORGES, B. M. M. N. et al. Methods of determination dry matter and macronutrient content in lettuce leaves. **Revista Trópica**, v. 5, n. 1, p. 12–16, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2019/20 a 2029/30: projeções de longo prazo**. Brasília, 2020. 102p.

BRAZ, A.; de FARIA, J. C.; VIANELLO, R.; de SOUZA, T. L. P. O.; SARMENTO, P.; de FARIA, L. C.; ... e MARTINS, S. BRS FC414: cultivar de feijoeiro-comum com alta produtividade e qualidade comercial indicada para cultivo sob pivô central. 2022. Disponível em: <Repositório Institucional do Incaper: BRS FC414: cultivar de feijoeiro-comum com alta produtividade e qualidade comercial indicada para cultivo sob pivô central. >

BRITO, L. F. D.; PACHECO, R. S.; SOUZA FILHO, B. F. D.; FERREIRA, E. P. D. B.; STRALIOTTO, R.; ARAÚJO, A. P. Resposta do feijoeiro comum à inoculação com rizóbio e suplementação com nitrogênio mineral em dois biomas Brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 4, p. 981–992, 2015.

BUENO, A. C. S. O.; CASTRO, G. L. S.; SILVA JUNIOR, D. D.; PINHEIRO, H. A.; FILIPPI, M. C. C.; SILVA, G. B. Response of photosynthesis and chlorophyll a fluorescence in leaf scald-infected rice under influence of rhizobacteria and silicon fertilizer. **Plant Pathology**, v. 66, n. 9, p. 1487-1495, 2017.

CABRAL, C. E. A.; CABRAL, C. H. A.; SANTOS, A. R. M.; MOTTA, A. M.; MOTA, L. G. Impactos técnico-econômicos da adubação de pastos. **Nativa**, v.9, p.173-181, 2021.

CARVALHO, R. H.; JESUS, E. D. C.; SOUZA FILHO, B. F. D., FONTANA, A.; STRALIOTTO, R.; ARAUJO, A. P. Crescimento e produção do feijoeiro comum sob coinoculação com *Rhizobium*, *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* em condições de campo. **Embrapa Agrobiologia** - Artigo em periódico indexado (ALICE), 2018.

CELMELI, T.; SARI, H.; CANCI, H.; SARI, D.; ADAK, A.; EKER, T.; TOKER, C. The nutritional content of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces in comparison 60 to modern varieties. **Agronomy**, v. 8, n. 9, p. 166, 2018. DOI 10.3390/agronomy8090166. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2073-4395/8/9/166>> . Acesso em: 19 de abril de 2023.

CHIBEBA, A. M.; DE FÁTIMA GUIMARÃES, M.; BRITO, O. R.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Co-inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* promotes early nodulation. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, n. 10, p. 1641, 2015.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília, DF: [s. n.], 2022. v. 9, (safra 2021/22, n. 11 décimo primeiro levantamento). Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 19 de abril de 2023.

CONAB. Acompanhamento da safra Brasileira de grãos. Safra 2020/21. **Companhia nacional de abastecimento**, Brasília, DF, Brazil 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras> Acessado em: 14/07/2023

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**, 2022. ISSN 2318-6852. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/41683_ef09f64bd61267c92f0b59d9c7ebae55> acesso em: 19 de abril de 2023

CORRÊA, J. C.; GROHSKOPF, M. A.; NICOLOSO, R. S.; LOURENÇO, K. S.; MARTINI, R. Organic, organomineral, and mineral fertilizers with urease and nitrification inhibitors for wheat and corn under no-tillage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, p.916-924, 2016.

CORREA, O. S.; ROMERO, A. M.; SORIA, M. A.; DE ESTRADA, M. *Azospirillum* brasilense-plant genotype interactions modify tomato response to bacterial diseases, and root and foliar microbial communities. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) **Azospirillum sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina**. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología. p. 87-95, 2008.

DA SILVA, P.; ANDRADE, P. P. PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO SOB DIFERENTES DOSES E FONTES DE NITROGÊNIO. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas** - ISSN: 2674-9661, v. 4, n. 1, p. 90-103, 2022.

DE BRUIJN, F. Biological nitrogen fixation, 2 ed. **New Jersey: John Wiley & Sons**, 2015, 1260 p.

DE MELO, C. L. P.; ALVAREZ, R.; ARF, O.; CORREA, A. M.; PEREIRA, H. S.; MELO, L. C.; DE FARIA, L. C.. BRS Notável: nova cultivar de feijoeiro-comum semiprecoce do grupo carioca para Mato Grosso do Sul. Comunicado Técnico 179. Embrapa Agropecuária Oeste. Dourados, MS, 2012.

DE OLIVEIRA, C. P.; FONSECA, F. G.; DE ARRUDA SILVA, S. M. Produtividade do feijoeiro com inoculação e adubação nitrogenada em região central amazônica. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. Supl. 1, p. 1-13, 2021.

DE SANTIS, F. P., NETO, A. S., CAVALCANTE, A. G., FILLA, V. A., MINGOTTE, F. L. C., & LEMOS, L. B. Componentes de produção, produtividade e atributos tecnológicos de cultivares de feijoeiro do grupo comercial carioca. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 6, p. 21–30, 2019.

DE SOUSA, M. A.; DE OLIVEIRA, M. M.; DAMIN, V.; FERREIRA, E. P. B. Productivity and Economics of Inoculated Common Bean as Affected by Nitrogen Application at Different Phenological Phases. **J SoilSciPlant Nutr.**, p.1848-1858. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42729-020-00256-4>. Acesso em: 10/10/2023

DIAS, L. A. **Cama de frango na cultura da cana-de-açúcar revisão bibliográfica**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Brasil - DESCALVADO – SP, 2019. Disponível em: < [Agronomia Descalvado Luis Americano Dias 2019.pdf \(universidadebrasil.edu.br\)](#)> acesso em: 27 de abril de 2023.

DOS SANTOS, R., GRZEGOZEWSKI, D. M., DE AZEREDO, A. R., DE AZEREDO, R. P., & DE AZEREDO, C. A. F. Fixação biológica de nitrogênio com Azospirillum brasilense na cultura do milho Biological nitrogen fixation with Azospirillum brasilense in corn. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 7, p. 49830-49847, 2022.

EL-BELTAGI, H. S.; HASHEM, F. A.; MAZE, M.; SHALABY, T. A.; SHEHATA, W. F.; TAHA, N. M. Control of gas emissions (N₂O and CO₂) associated with applied different rates of nitrogen and their influences on growth, productivity, and physio-biochemical attributes of green bean plants grown under different irrigation methods. **Agronomy**, v. 12, n. 2, e249, 2022.

ELIAS, S.; BALDANI, V.; BERBARA, R. Características morfológicas e resistência à metais pesados de bactérias diazotróficas isoladas de plantas de Brachiariadecumbens crescidas em solo contaminado. Embrapa Agrobiologia- Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E), 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Catálogo de cultivares de feijão comum - Safra 2016- 2017**. 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/154713/1/catalogoFeijao-safra2016-2017-web1.pdf>. Acesso em 27 de abril de 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. Brasília: Embrapa, 2018. 355p. 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises de solo**. Centro nacional de pesquisa de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212p. 1997.

FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO. The state of food security and nutrition in the world 2022: repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. Roma, Itália: FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO, 2022(The State of Food Security and Nutrition in the World (SOFI), 2022). DOI 10.4060/cc0639en. Disponível em: <<https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc0639en>> Acesso em: 19 de abril de 2023.

FAOSTAT. Área colhida, rendimento e produção nos principais países produtores de feijão. 2022. FAOSTAT: DATA. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data>>. Acesso em: 19 out. 2022.

FEBRONI, Laís Veloso. **Uso de aminoácidos e biossólido na substituição do nitrogênio na cultura do feijoeiro**. 2022.

Feijão do plantio à colheita. Viçosa: Ed. UFV. p.145-172. 2015

FERNANDES, J. R. C.; RODRIGUES, P. Importancia da inoculação com bactérias Rhizobium e Bradyrhizobium na produção de leguminosas e o uso de azoto. **Agronegocios.eu**, Porto, Portugal. Disponível em: <<http://www.agronegocios.eu>> Acesso em: 27 de abril de 2023

FERREIRA, A. F. **Produtividade da soja sob adubação mineral e com diferentes dejetos animais**. 2021. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2021.

FERREIRA, C. M.; BARRIGOSI, J. A. F. Arroz e feijão: tradição e segurança alimentar. **Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão**, 2021.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109–112, 2014.

FERREIRA, E. P. B.; SILVA, O. F.; WANDER, A. E. Economics of rhizobia and azospirilla co-inoculation in irrigated common bean in commercial and family farming. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.55, e 01532, 2020.

FRAZÃO, J. J.; SILVA, Á. R.; SILVA, V. L.; OLIVEIRA, V. A.; CORREA, R. S. Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 12, p. 1262- 1267, 2014.

FREITAS, T. S.; **Benefícios do organomineral de cama de frango em atributos físicos do solo em pastagens tropicais**. 2018.

GARRATT, M. P.; BOMMARCO, R.; KLEIJN, D.; MARTIN, E.; MORTIMER, S. R.; REDLICH, S.; SENAPATHI, D.; STEFFAN-DEWENTER, I.; VAN GILS, S.; VAN DER PUTTEN, W. H.; POTTS, S. G. Enhancing Soil Organic Matter as a Route to the Ecological Intensification of European Arable Systems. **Ecosystems**, v. 21, n. 7, p. 1404–1415, 2018.

GEDOZ, L. **Gerenciamento de resíduos sólidos gerados em uma propriedade de criação de aves para o abate**. Monografia (Especialização em gestão ambiental em municípios) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

GEPTS, P.; DEBOUCK, D. Origin, domestication and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris*). In: VAN SCHOONHOVEN, A.; VOYSEST, O. (Ed.) **Common beans: Research for crop improvement**. CAB International: Wallingford, 1991. P 7-53.

GITTI, D. C. Inoculação e Coinoculação na Cultura da Soja. **Tecnologia e Produção**, Maracaju, p. 15-24, 2016.

GOIS, Tiago Rui. **Radiação UV-C altera a coloração e o potencial antioxidante do tegumento de feijão carioca**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <[Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná \(RIUT\): Radiação UV-C altera a coloração e o potencial antioxidante do tegumento de feijão carioca \(utfpr.edu.br\)](https://repositorio.institucional.da.unifpr.edu.br/handle/riut/123456789)> acesso em: 18 de abril de 2023.

GOOGLE EARTH – Google Earth Pro, 2018. Disponível em: <www.google.com/intl/ptBR/earth/desktop/>. Acesso em: Julho. 2022.

GUIDOTI, D. T.; GONELA, A.; VIDIGAL, M. C. G.; CONRADO, T. V.; ROMANI, I. Interrelationship between morphological, agronomic and molecular characteristics in

the analysis of common bean genetic diversity. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 40, n. 1, p. 33032, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v40i1.33032>>. Acesso em: 19 de abril de 2023.

HARA, A. T.; HASHIGUTI, H. T.; BORTOLUZZI, D. D. O.; GONÇALVES, A. C. A.; REZENDE, R. Estrutura espacial do armazenamento de água no solo na presença de cobertura vegetal, **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.13, n.2, p.3358-3368, Fortaleza, CE, 2019. Disponível em: < DOI: 10.7127/rbai.v13n2001056>Acessoem: 10/10/2023

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J. & MENDES, I. Benefits of inoculation of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) crop with efficient and competitive *Rhizobium tropici* strains. **Biol. Fert. Soils**, 39:88-93, 2003.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, Firenze, v. 49, n. 7, p. 791-801, 2013.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A.; ARAUJO, R.S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, v. 49, n. 7, p. 791–801, 2013.

IBRAFE – Instituto Brasileiro de Feijão e Pulses. O que são pulses? 2020. Disponível em: <<https://www.ibrafe.org/o-que-sao-pulses/>>. Acesso em: Julho 2022.

KAPPES, C.; WRUCK, F. J.; CARVALHO, M. D.; YAMASHITA. Feijão comum: características morfo-agronômicas de cultivares. In: . Campinas: [s.n.], 2008, ((IAC. Documentos, 85)). p. 506–509. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/217702/feijao-comum-caracteristicas-morfo-agronomicas-de-cultivares>>. Acesso em: 18 abril 2023.

KINPARRA, D. I. **Aspectos econômicos de fertilizantes organominerais obtidos a partir de cama de frango e de torta de filtro de cana-de-açúcar no Brasil**. 2020.

KRAESKI, M. J., DA SILVA LOPES, A., JÚNIOR, E. D. F., PACHECO, A., CENTURIÃO, M. A., AREVALO, A. C. M., ... & MEDEIROS, R. D. (2021). Manejo da irrigação, inoculação e nitrogênio no feijoeiro de inverno. **Research, Society and Development**, 10(8), e56910817437-e56910817437.

LACERDA, M.; NASCENTE, A.; PEREIRA, E. T. Adubação nitrogenada afeta a produtividade e a qualidade comercial de grãos do feijoeiro em sistema plantio direto. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 369–378, 2019.

LACONSKI, J. M. O.; DA SILVA NOGUEIRA, P. H.; FIALHO, R. C. ADUBAÇÃO ORGÂNICA, MINERAL E ORGANOMINERAL E SUA INFLUÊNCIA NO CRESCIMENTO DO FEIJOEIRO EM PITANGA-PR. **INDEXADA AO DIADORIM**.

LEITE, R. D. A. **Coinoculação Rhizobium-Bradyrhizobium e seus efeitos sobre o desenvolvimento, nodulação e fixação biológica de nitrogênio no feijoeiro**. 2018.

LOPES, E. S. **Fixação Biológica de Nitrogênio no sistema solo-planta**. In.: YAMADA, T.; STIPP, S. R. & VITTI, G. C. (ed.). Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira. Piracicaba: IPNI, 2007. p.43-72.

LOURENÇO, K. S.; CORRÊA, J. C.; ERNANI, P. R.; LOPES, L. S. L.; NICOLOSO, R. S. Crescimento e absorção de nutrientes pelo feijoeiro adubado com cama de aves e fertilizantes minerais. **R. Bras. Ci. Solo**, 37:462- 471, 2013.

Luna, B. N. C. D. **Rotação de culturas, adubação verde e inoculação de Rhizobium tropici e Azospirillum brasilense sobre os componentes de produção e produtividade do feijão-comum em sistema plantio direto na região de cerrado**. 2023. 54 f. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Ilha Solteira, São Paulo, 2023. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/244447>>.

MACHADO, W. D.; RIBON, A. A.; RODRIGUES, M. de S. M.; FERNANDES, K. L.; ALVES, A. R.; BACKES, C.; BARROS, L. R.; SANTOS, A. J. M.; JAIME, N. G. Fertilizante organomineral e mineral na produtividade da soja na região do cerrado. **Scientia Agraria Paranaensis**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 465–471, 2019. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/20303>. Acesso em: 15 maio. 2023.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed., Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

MENEZES, A. P. M. **Crescimento e produção de alface em resposta a rizobactérias e nitrogênio**. 2019. 69 f. Tese (Doutorado em Produção vegetal) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Rio Branco, AC, 2019.

MERCANTE, F. M.; OTSUBO, A. A. & LAMAS, F.M. Inoculação de *Rhizobium tropici* e aplicação de adubo nitrogenado na cultura do feijoeiro. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DE SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 27; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 11; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 9; **REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO**, 6., 2006, Bonito, MS. Fertbio 2006: A busca das raízes. Dourados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. CD-ROM. (Documentos, 82)

MUNGO, A. C., COELHO, A. P., MINGOTTE, F. L. C., & LEMOS, L. B. O tempo de armazenamento altera a qualidade tecnológica dos grãos de genótipos de feijão comum? **Scientific Electronic Archives**, v. 13, n. 4, p. 42–46, 2021.

Nascimento, G. H. do., Moreira, S. G., Martins, F. A. D., Pimentel, G. V., & Silva, J. C. R.. Use of nitrogen sufficiency index to estimate topdressing doses for common bean. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 51, e69571. 2021. <https://doi.org/10.1590/1983-40632021v51e69571>

NCHANJI, E. B.; AGEYO, O. C. Do common ceans (*Phaseolus vulgaris* L.) promote good health in humans? A systematic review and meta-analysis of clinical and randomized controlled trials. **Nutrients**, v. 13, n. 11, p. 3701, 2021. DOI 10.3390/nu13113701. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2072-6643/13/11/3701>>. Acesso em: 19 de abril de 2023.

OLIVEIRA, C. A. B.; PELÁ, G. M.; PELÁ, A. Inoculação com *Rhizobium tropici* adubação foliar com molibdênio na cultura do feijão comum. **Agricultura Neotropical**, v. 4, p. 43-50, 2017.

OLIVEIRA, D. P. D.; **Fontes de matéria orgânica para a formulação de fertilizantes organominerais peletizados no desenvolvimento da cultura do sorgo**, 2016.

OLIVEIRA, E. C.; SOUZA, J. R. P.; SEIFERT, A. L.; ALMEIDA, L. H. C.; DIAS, F. M. V. Fertilizante organomineral no desempenho agrônômico e produtividade do feijão aplicado no sulco de plantio. In: **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Anais [...]** CONTECC. 2016.

OLIVEIRA, H. In: **Embrapa Combinação de microrganismos pode aumentar a produtividade do feijão em até 11%**, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/34422008/combinacaode-microrganismos-pode-aumentar-a-produtividade-do-feijao-em-ate-11>>. Acesso em: 05 jun.2022.

OLIVEIRA, M. G. C.; OLIVEIRA, L. F. C.; WEDLAND, A.; GUIMARÃES, C. M.; QUINTELA, E. D.; BARBOSA, F. R.; CARVALHO, MARIA. C. S.; JUNIOR, M. L.; SILVEIRA, P. M. Conhecendo a fisiologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos. Brasília, DF, EMBRAPA, 2018. 62p. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173690/1/CNPAF-2018-Lvfeijoeiro.pdf>>. Acesso em: 27 abril de 2023.

PELEGRI, R. D.; MERCANTE, F. M.; OTSUBO, I. M. N.; & OTSUBO, A. A. Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 33, p. 219-226, 2009.

PEREIRA, B. O. H. **Desempenho agrônomo e produtivo do milho submetido à adubação mineral e organomineral**. 2019.

PEREIRA, J. L. **FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO E O DESEMPENHO PRODUTIVO DO FEIJÃO COMUM**. 2019.

PERES, A. R.; RODRIGUES, R. A. F.; ARF, O.; PORTUGAL, J. R.; CORSINI, D. C. D. C. Co-inoculation of *Rhizobium tropici* and *Azospirillum brasilense* in common beans grown under two irrigation depths. **Revista Ceres**, v. 63, n. 2, p. 198-207, 2016.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R.. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental** 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

RABELO, K. C.; **Fertilizantes organomineral e mineral: aspectos fitotécnicos na cultura do tomate industrial**. 2015, 69p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia, 2015.

RESENDE, T. M.; MORAES, E. R. D.; FRANCO, F. O.; ARRUDA, E. M.; ARAÚJO, J. R.; SANTOS, D. D. S.; BORGES, E. N.; RIBEIRO, B. T.; Avaliação física do solo em áreas sob diferentes usos com adição de dejetos animais no bioma cerrado. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 179-184, 2012.

REZENDE, P. R., RODRIGUES, L. M., BACKES, C., SANTOS, A. J. M., FERNANDES, P. B., GIONGO, P. R., ... & BESSA, S. V. Productivity and nutrient extraction by *Paspalisadegrass*, single and intercropping with pigeon pea, submitted to doses of nitrogen. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. 2022, v. 74, n. 06, pp. 1151-1160. Available from: <<https://doi.org/10.1590/1678-4162-12827>>. ISSN 1678-4162. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12827>.

ROCHA, A. A.; SOUZA, F. H.; SILVA, B. F.; CAMPOS, D. V. B. POLIDORO, J. C.; ARAÚJO, E. S. Efeito residual de fertilizante organomineral obtido a partir de resíduos de suínos sobre o desempenho agrônomo do feijão caupi. In: **XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Solo e suas múltiplas funções, 02 a 07 de Agosto de 2015, Natal/RN.

ROCHA, H. G. D. S.; Desempenho de feijão-caupi inoculado com estirpe de Rizóbio. Chapadinha – MA 2017 <[Hugo Rocha.pdf \(ufma.br\)](#)>

RODRIGUES, P. T. A.; ORLANDELLI, R. C. Plantas como Ferramentas para a Remediação Ambiental: uma Revisão da Literatura. **Uniciências**, v. 22, n. 1, p. 38-44, 2018.

RONDINA, A. B. L.; DOS SANTOS SANZOV, A. W., GUIMARÃES, G. S., WENDLING, J. R., NOGUEIRA, M. A., & HUNGRIA, M. Changes in root morphological traits in soybean co-inoculated with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* or treated with *A. brasilense* exudates. **Biology and Fertility of Soils**, v. 56, n. 4, p. 537-549, 2020.

SAE – Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos. Produção Nacional de Fertilizantes: estudo estratégico. Brasília, DF, v. 12. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/ptbr/assuntos/assuntos/estrategicos/documentos/estudos_estrategicos/sae_publicacao_fertilizantes_v10.pdf/view> Acesso em: 26 de março de 2023.

SALES, L. Z. S. (2020). **Momentos de reinoculação de *Rhizobium tropici* no feijoeiro na implantação de sistema plantio direto**. 2020. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista – Ilha Solteira, 2020

SANTOS, C. H.; GRASSI FILHO, H.; SANTOS, J. C.; PENTEADO, B. B. Fertilidade do solo e nutrição de tangerineiras Ponkan manejados com resíduos sólidos e adubação química. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 75- 83, 2011.

SANTOS, K. M. M. Co-inoculação de *azospirillumbrasilese* e *bradyrhizobiumjaponicum* na soja como estratégia para aumento de produtividade e redução do uso de nitrogênio 2018.

SANTOS, K. M. M. SANTOS, L. B.; CASTAGNARA, D. D.; BULEGON, L. G.; ZOZ, T.; DE OLIVEIRA, P. S. R.; JÚNIOR, A. C. G.; NERES, M. A. Substituição da adubação nitrogenada mineral pela cama de frango na sucessão aveia/milho. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 272-281, 2014.

SANTOS, R. C. dos. **Interação entre rúcula (*Eruca sativa* Miller) e rizobactéria (*Bacillus subtilis* GB03): efeitos na ovoposição e desenvolvimento larval da traçadas-crucíferas, *Plutellaxylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae)**. 2016. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

SCHOSSLER, JOÃO H.; MEERT, L.; RIZZARDI, D. A.; LEANDRO, M. Componentes de rendimento e produtividade do feijoeiro comum submetido à inoculação e co-inoculação com estirpes de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense*. **Scientia Agrária**. 2016, 17(1), 10-15[*data de consulta* 10 de Outubro de 2023]. versão impressa ISSN: 1519-1125. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99548332002>

SILVA, A. C. M. D. **Biofertilizantes: estudo de opinião, tendência das pesquisas e legislação brasileira**. 2021. 70 f., il. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

SILVA, E. A.; BARBOSA, E. R.; COSTA, C. M. da; SILVA, G. G. da; TEODORO, H. L. C.; CUNHA, L. T. Ação de fungicidas na fixação biológica do nitrogênio em feijoeiro. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas**, v. 2, n. 1, p. 21-32, 2020.

SILVA, E. A.; BARBOSA, E. R.; DA COSTA, C. M.; DA SILVA, G. G.; TEODORO, H. L. C.; & CUNHA, L. T. (2020). Ação de fungicidas na fixação biológica do nitrogênio em feijoeiro. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas** - ISSN: 2674-9661, 2(1), 21-32.

SILVA, H. C.; **Biossólido e torta de filtro na composição de fertilizantes organominerais na cultura do feijoeiro comum**. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG. 2016.

SILVA, P. DA; ANDRADE, P. P. (2022). PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO SOB DIFERENTES DOSES E FONTES DE NITROGÊNIO. **Revista Agroveterinária Do Sul De Minas** - ISSN: 2674-9661, 4(1), 90 - 103. Recuperado de <https://www.periodicos.unis.edu.br/index.php/agrovetsulminas/article/view/736>

SOARES B. L.; FERREIRA P. A. A.; RUFINI M.; MARTINS, F. A. D.; OLIVEIRA, D. P.; REIS R. P.; ANDRADE M. J. B.; MOREIRA, F. M. D. S. Agronomic and economic efficiency of common-bean inoculation with rhizobia and mineral nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.40, p.1-13, 2016.

SOARES, K. R.; XIMENES, L. F. Agropecuária: Frango. 2023.

SOUSA, W. S.; SORATTO, R. P.; PEIXOTO, D. S.; CAMPOS, T. S.; SILVA, M. B.; SOUZA, A. G. V. TEIXEIRA, I. R.; GITARI, H. I. Effects of Rhizobium inoculum compared with mineral nitrogen fertilizer on nodulation and seed yield of common bean. A meta-analysis. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 42, 2022.

SOUSA, W.S.; TEIXEIRA, I.R.; CAMPOS, T.S.; SILVA, G.C.; SILVA, M.B.; MOREIRA, S.G. Supplementary reinoculation in topdressing of in common bean crop: effects on nodulation, morphology, and grain yield. **Journal of Plant Nutrition**, v. 45, p. 1848 – 1858, 2021.

SPRENT J. I.; ARDLEY J. A.; JAMES E. K. Biogeography of nodulated legumes and their nitrogen fixing symbionts. **New Phytol**, v. 215, p. 40–56, 2017.

STEINER, F.; FERREIRA, H. C. P.; ZUFFO, A. M. Can co-inoculation of Rhizobium tropici and Azospirillum brasilense increase common bean nodulation and grain yield? **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 81-98, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed. 2012. 719p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. (Ed.). **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. [S.l.]: artmed, 2017. 858p.

TAVARES, C. J.; JAKELAITIS, A.; REZENDE, B. P. M.; CUNHA, P. C. R. Fitossociologia de plantas daninhas na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, Brasil, v. 8, n. 1, p. 27-32, 2013.

TAVARES, T. et al. Adaptabilidade e estabilidade da produção de grão em feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). **Revista de ciências agrárias**, v. 40, n. 2, p. 411–418, 2017. ISSN 0871-018X. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/16476/13424>

TEIXEIRA, I. R.; LOPES, P. R.; SOUSA, W. S.; & TEIXEIRA, G. C. D. S. Response of common bean to Rhizobium reinoculation in topdressing. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 2022, v. 26, n. 4, pp. 274-282. <<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n4p274-282>>. Epub 14 Jan 2022. ISSN 1807-1929. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n4p274-282>.

TEIXEIRA, I. R.; LOPES, P.R.; SOUSA, W.S.; SILVA, G.C. Response of common bean to rhizobium reinoculation in topdressing. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, p. 274-282, 2022.

TEIXEIRA, M. J. Análise do Mercado de Fertilizantes no Brasil no período de 2016 a 2020. **XII FATECLOG – Gestão da Cadeia de Suprimentos no Agronegócio: Desafios e Oportunidades no Contexto Atual**. FATEC Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes, São Paulo, 2021

TOCHETO, G. H. G.; BOIAGO, N. P. Formas de aplicação de Rhizobium tropici e Azospirillum brasilense inoculados na cultura do feijão. **Revista Cultivando o Saber**, v. 12, n. 4, p. 95-106, 2019.

VASCONCELOS, M. W.; GRUSAK, M. A.; PINTO, E.; GOMES, A.; FERREIRA, H.; BALÁZS, B.; CENTOFANTI, T.; NTATSI, G.; SAVVAS, D.; KARKANIS, A.; WILLIAMS, M.; VANDENBERG, A.; TOMA, L.; SHRESTHA, S.; AKAICHI, F.; BARRIOS, C. O.; GRUBER, S.; JAMES, E. K.; MALUK, M.; ... IANNETTA, P. The biology of legumes and their agronomic, economic, and social impact. In: HASANUZZAMAN, M.; ARAÚJO, S.; GILL, S. S. (orgs.). **The Plant Family Fabaceae: Biology and Physiological Responses to Environmental Stresses**. Singapore: Springer, 2020.

p. 3–25. DOI 10.1007/978-981-15-4752-2_1. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-981-15-4752-2_1>. Acesso em: 19 de abril de 2023.

VIANA, S. S.; MACHADO, W. D.; RODRIGUES, M. S. M.; LOURENÇO, K. F.; HERMÓGENES, V. T. L.; NOGUEIRA, L. M. B.; SILVA, L. M.; RIBON, A. A. **Influência do fertilizante organomineral com cama de frango e químico na produtividade e custos da cultura da soja na região do cerrado**. Fertibio, 2014. Araxá – MG.

VIDAL, M. C.; SALDANHA, R.; VERISSIMO, M. A. A. Bioinsumos: o programa nacional e a sua relação com a produção sustentável. **Sanidade vegetal: uma estratégia global para eliminar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico sustentável**. /Organizadores Diego Medeiros Gindri, Patrícia Almeida Barroso Moreira, Mario Alvaro Aloisio Verissimo.–1. ed. Florianópolis: CIDASC, p. 382-409, 2020.

VIEIRA NETO, S. A.; PIRES, F. R.; MENEZES, C. C. E; MENEZES, J. F. S.; SILVA, A. G.; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L.; Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos sobre a nodulação da soja. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Rio Verde, v.32, n.1, p.861-870, 2008.

VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. Feijão. 2 ed. Viçosa. UFV, 600p. 2013.

VOGT, G. A.; JUNIOR, A. A. B.; TREZZI, M. M.; BACKES, R. L.; NICKNICH, W.; Competitive ability of black common bean genotypes with weeds. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, n. 5, v. 37, p. 397-403, out. 2013.

WANDER, A. E; GAZZOLA, R; GAZZOLA, J; RICARDO, T. R; GARAGORRY, F. L. Evolução da produção e do mercado mundial do feijão. In: **congresso da sociedade brasileira de economia, administração e socialização rural**, 2007.