

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

EDIPO VINICIUS DOS SANTOS TAGLIATELLA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE
GENÓTIPOS DE FEIJÃO SOB INOCULAÇÃO
COM *RHIZOBIUM TROPICI* EM MANEJO ORGÂNICO**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2023

EDIPO VINICIUS DOS SANTOS TAGLIATELLA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA
DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO SOB INOCULAÇÃO
COM *RHIZOBIUM TROPICI* EM MANEJO ORGÂNICO**

**AGRONOMIC PERFORMANCE AND CHEMICAL COMPOSITION
OF COMMON BEAN GENOTYPES UNDER INOCULATION
WITH *RHIZOBIUM TROPICI* IN ORGANIC FARMING**

Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área
de Concentração: Produção Vegetal da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientadora: Taciane Finatto

PATO BRANCO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Esta licença permite o download e o compartilhamento da obra desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-la ou utilizá-la para fins comerciais.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco



EDIPO VINICIUS DOS SANTOS TAGLIATELLA

DESEMPENHO AGRONÔMICO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO SOB INOCULAÇÃO COM RHIZOBIUM TROPICI EM MANEJO ORGÂNICO

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Produção Vegetal.

Data de aprovação: 29 de Março de 2023

Dra. Taciane Finatto, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Adriana Paula D Agostini Contreiras Rodrigues, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Lucas Da Silva Domingues, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Sydney Antonio Frehner Kavalco, Doutorado - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 29/06/2023.



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite o download e o compartilhamento da obra desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-la ou utilizá-la para fins comerciais.

Dedico à minha família, professores, amigos e colegas que sempre deram apoio para a concretização deste mestrado.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, por ter me concedido a existência e o fôlego de vida, sempre me fortaleceu em todos os momentos de minha caminhada terrena, sendo meu amparo e fortaleza. Agradeço pelo seu amor paternal, pois todos os dias esteve presente em minha vida, a ele a glória para sempre! Também à minha família pelo apoio dado nestes anos de graduação. A minha mãe Nelci, pois sempre me motivou estudar. Seu sorriso sempre me trouxe paz e alegria, como também esperança de um novo amanhecer. Ao meu Pai João que me ensinou que em tempos de guerra nunca devemos baixar a guarda, alguém que nunca mediu esforços para amparar a família, tenho orgulho de ser seu filho. A minha irmã Sarah que é meu presente vindo do Pai celestial, uma amiga em qualquer momento.

A minha orientadora, a quem possuo grande admiração, Taciane Finatto. Pela a oportunidade de participar desta pesquisa, e por todo o apoio que me concedeu para a continuidade da mesma, sempre serei grato por esta oportunidade. Aos meus colegas de pesquisa: Vinicius, Jorge, Adão, Emanueli, Baruch, Guilherme e Barbará. Sempre prestaram a ajuda necessária para a efetivação dos resultados e nunca mediram esforços para nos auxiliar. A ajuda dos mesmos foram de grande importância para a continuidade deste projeto.

Agradecemos ao LABSOLOS da UTFPR Campus Pato Branco pelo apoio na realização das análises químicas do solo e dos tecidos vegetais.

Agradecemos ao Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-Paraná), à Embrapa Arroz e Feijão e à Epagri - Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (CEPAF), pelo fornecimento das sementes das cultivares utilizadas.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“Ensina-nos a contar os
nossos dias de tal maneira que
alcancemos corações sábios”

(Salmo 90:12)

RESUMO

O feijão é uma leguminosa muito importante na alimentação humana. A fixação biológica de nitrogênio em feijoeiro apresenta baixa eficiência, pois depende da relação do genótipo com a estirpe de bactérias como o *Rizobium tropici* e também da interação com o ambiente. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de cultivares de feijão inoculadas com *R. tropici* sob manejo orgânico, visando a seleção de cultivares com o melhor desempenho agrônomo e genitores para o melhoramento da cultura em sistemas de produção de base ecológica. O experimento foi conduzido em esquema bifatorial, em delineamento de blocos ao acaso, com 4 repetições. Os fatores foram inoculação (sementes inoculadas e não inoculadas com *R. tropici*) e cultivar (oito cultivares comerciais de feijão dos grupos carioca, preto e rajado). As unidades experimentais foram constituídas de 4 linhas de 3 metros de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,5 metro e 12 sementes por metro linear. A adubação foi a base de cama de aviário peletizada e termofosfato. O manejo fitossanitário foi realizado com óleo de neem e produtos biológicos recomendados. Os caracteres analisados foram: número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de grãos por planta (MGP) e massa de cem grãos (MCG). Foram determinadas a composição mineral dos grãos e da parte aérea. Além disso foram analisados percentual de germinação e o índice de velocidade de germinação as sementes obtidas nos respectivos tratamentos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando houve diferença significativa pelo teste F, foi realizado o teste de agrupamento de médias pelo teste de Scott e Knott. Houve diferença significativa entre cultivares para a inoculação apenas para o percentual de germinação. Para a composição química dos grãos, os melhores resultados foram obtidos para as seguintes cultivares: nitrogênio - IPR Tangará (4,67 g 100g⁻¹), fósforo - SCS CHIC 61 (0,43 g 100g⁻¹); potássio - IPR Tangará (2,05 g 100g⁻¹), cálcio - SCS-204 Predileto (0,19 g 100g⁻¹); magnésio - SCS-204 Predileto (0,19 g 100g⁻¹), cobre - BRSMG Realce (107,9 mg kg⁻¹); ferro - SCS-206 Potência (123,6 mg kg⁻¹) e manganês - SCS-204 Predileto (3,65 mg kg⁻¹). Na composição química da parte aérea para de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e ferro, as cultivares não apresentaram diferença significativa. Para os demais nutrientes foram obtidos os seguintes resultados com destaques para: potássio - IPR Urutau (4,95 g 100g⁻¹), cobre - BRS Campeiro (23,42 mg kg⁻¹) e manganês - SCS CHIC 61 (32,62 mg kg⁻¹). Para componentes do rendimento, a cultivar SCS-206 Potência apresentou maior NVP (22,48) e MGP (19,23). Para MCG a cultivar que apresentaram maior valor foi BRSMG Realce (28,29), sendo está uma cultivar de origem andina, portanto, com grãos significativamente maiores. Para a variável percentual de germinação, a cultivar que teve o melhor desempenho quando não houve inoculação, foi SCS-206 Potência. Entre as inoculadas, a cultivar BRS Campeiro apresentou melhor desempenho diferindo estatisticamente em relação as demais. O uso de inoculante *R. tropici* não alterou os componentes do rendimento de grãos em feijão cultivado em sistema orgânico. Contudo, as cultivares SCS204 Predileto, SCS-206 Potência, IPR Tangará, BRSMG Realce e a linhagem SCS CHIC 61, podem ser selecionadas para compor um bloco de cruzamentos por apresentarem os melhores índices nutricionais e serem e apresentarem destaques em seus atributos.

Palavras-chave: Feijão Comum. Sistema de Cultivo. Valor Nutricional

ABSTRACT

Common bean is a legume of great importance in human nutrition. Biological nitrogen fixation in common bean crops has low efficiency due to the dependence on the genotype-strain relationship with bacteria such as *Rhizobium tropici*, and the interaction with environmental factors. The objective of this study was to evaluate the performance of common bean cultivars inoculated with *Rhizobium tropici* under organic farming, aiming to select cultivars with the best agronomic performance and potential parents for improving the crop in ecological production systems. The experiment was conducted in a two-factor factorial design with randomized complete blocks design and four replications. The factors studied were inoculation (inoculated and non-inoculated seeds with *R. tropici*) and cultivar (eight commercial bean cultivars from the carioca, black, and cranberry groups). The experimental units consisted of four rows, each 3 meters long, with a spacing of 0.5 meters between rows and 12 seeds per linear meter. Pelleted poultry manure and thermophosphate were used for fertilization. Phytosanitary management was carried out using neem oil and biological products according to the current legislation. The analyzed traits included: number of pods per plant (NVP), number of grains per pod (NGV), grain yield per plant (MGP), and hundred-grain weight (MCG). The mineral composition of the grains and plant shoots was determined. Additionally, the germination percentage and germination speed index (IVG) were analyzed for the seeds obtained from the respective treatments. The data obtained were subjected to analysis of variance, and when significant differences were found by the F test, mean separation was performed using the Scott-Knott test. Significant differences among cultivars were observed for inoculation only in terms of germination percentage. Regarding the chemical composition of the grains, the best results were obtained for the following cultivars: nitrogen - IPR Tangará (4.67 g 100g⁻¹); phosphorus - SCS CHIC 61 (0.43 g 100g⁻¹); potassium - IPR Tangará (2.05 g 100g⁻¹); calcium - SCS-204 Predileto (0.19 g 100g⁻¹); magnesium - SCS-204 Predileto (0.19 g 100g⁻¹); copper - BRSMG Realce (107.9 mg kg⁻¹); iron - SCS-206 Potência (123.6 mg kg⁻¹), and manganese - SCS-204 Predileto (3.65 mg kg⁻¹). For shoot composition, no significant differences were observed among cultivars for nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, and iron. However, the following results were obtained for the remaining nutrients, with highlights for: potassium - IPR Urutau (4.95 g 100g⁻¹), copper - BRS Campeiro (23.42 mg kg⁻¹), and manganese - SCS CHIC 61 (32.62 mg kg⁻¹). Regarding yield components, the cultivar SCS-206 Potência showed the highest NVP (22.48) and MGP (19.23). For MCG, the cultivar with the highest value was BRSMG Realce (28.29), which is an andean cultivar with significantly larger grains. Regarding the germination percentage, the cultivar that presented the best results without inoculation was SCS-206 Potência. Among the inoculated cultivars, BRS Campeiro showed the best results, differing statistically from the others. The use of *Rhizobium tropici* inoculant did not alter the grain yield components in organic cultivation of common beans. However, the cultivars SCS204 Predileto, SCS-206 Potência, IPR Tangará, BRSMG Realce, and the SCS CHIC 61 lineage can be selected to compose a breeding block due to their superior nutritional indices and noteworthy attributes.

Keywords: Common Bean. Cultivation System. Nutritional value.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado da análise química do solo, na profundidade de 0,0 – 0,20 m, coletadas aleatoriamente na área do experimento. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.....	37
Tabela 2 – Resumo da análise de variância do experimento bifatorial (Cultivares x com e sem inoculação) de oito cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) no delineamento blocos ao acaso, para as variáveis: nitrogênio (N %), fósforo (P %), potássio (K %), cálcio (Ca %), magnésio (Mg %), zinco (Zn mg Kg ⁻¹), cobre (Cu mg Kg ⁻¹), ferro (Fe mg Kg ⁻¹) e manganês (Mn mg Kg ⁻¹) avaliadas em grãos de feijão conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.....	40
Tabela 3 – Comparação de médias em sementes de oito cultivares (Cult.) em experimento com e sem inoculação de <i>Rhizobium tropici</i> para as variáveis: nitrogênio (N %), fósforo (P %), potássio (K %), cálcio (Ca %), magnésio (Mg %), zinco (Zn mg Kg ⁻¹), cobre (Cu mg Kg ⁻¹), ferro (Fe mg Kg ⁻¹) e manganês (Mn mg Kg ⁻¹), conduzidas em manejo orgânico. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.....	42
Tabela 4 – Resultados obtidos para concentração de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Cálcio (Ca) dos grãos de feijão-comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) levando em consideração diferentes estudos realizados em diferentes formas de manejo.....	44
Tabela 5 – Resultados obtidos para concentração de Potássio (K) e Magnésio (Fe) dos grãos de feijão-comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) levando em consideração diferentes estudos realizados em diferentes formas de manejo.....	44
Tabela 6 – Resultados obtidos para concentração de Zinco (Zn) e Ferro (Fe) dos grãos de feijão-comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) levando em consideração diferentes estudos realizados em diferentes formas de manejo.....	46
Tabela 7 – Resultados obtidos para concentração de Manganês (Mn) e Cobre (Cu) dos grãos de feijão-comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) levando em consideração diferentes estudos realizados em diferentes formas de manejo.....	48
Tabela 8 – Resumo da análise da variância do experimento bifatorial (Cultivares x C/ ou S/ inoculação) no delineamento blocos ao acaso, na análise da parte foliar de oito cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) para as variáveis: nitrogênio (N %), fósforo (P %), potássio (K %), cálcio (Ca %), magnésio (Mg %), zinco (Zn mg Kg ⁻¹), cobre (Cu mg Kg ⁻¹), ferro (Fe mg Kg ⁻¹) e manganês (Mn mg Kg ⁻¹). Conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.....	49
Tabela 9 – Comparação de médias de oito cultivares com e sem inoculação de <i>Rhizobium tropici</i> para as variáveis: nitrogênio (N %), fósforo (P %), potássio (K %), cálcio (Ca %), magnésio (Mg %), cobre (Cu mg Kg ⁻¹), ferro (Fe mg Kg ⁻¹) e manganês (Mn mg Kg ⁻¹), na análise da parte aérea. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.....	50
Tabela 10 – Resultados obtidos para concentração de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) da parte aérea de feijão-comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) levando em consideração diferentes estudos realizados em diferentes formas de manejo.....	52

Tabela 11 – Resultados obtidos para concentração de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) da parte aérea de feijão-comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) levando em consideração os estudos realizados em diferentes formas de manejo.....	53
Tabela 12 – Resultados obtidos para concentração de zinco (Zn) e cobre (Cu) dos grãos de feijão-comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) levando em consideração diferentes estudos realizados em diferentes formas de manejo.....	54
Tabela 13 – Resultados obtidos para concentração de ferro (Fe) e manganês (Mn) da parte aérea de feijão-comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) levando em consideração diferentes estudos realizados em diferentes formas de manejo.....	55
Tabela 14 – Resumo da análise de variância do experimento bifatorial (Cultivares x C/ e S/ inoculação de sementes com <i>R. tropici</i>) no delineamento blocos ao acaso, para as variáveis NVP (número de vagens por planta), MGP (massa de grão por planta), MCG (massa de cem grãos) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.....	57
Tabela 15 – Médias com inoculante e sem inoculante (níveis do fator A) para a variável NVP (número de vagens por planta), MGP (massa de grão por planta), NGP (número de grãos por planta) e MCG (Massa de cem grãos) no delineamento blocos ao acaso, conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.....	57
Tabela 16 – Comparação de médias de oito cultivares para as variáveis: NVP (número de vagens por planta), MGP (massa de grão por planta (g)), NGP (número de grãos por planta) e MCG (Massa de cem grãos), do experimento bifatorial (Com e sem inoculação x cultivares) no delineamento blocos ao acaso, conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.....	58
Tabela 17 – Resultados obtidos para componentes de rendimento número de vagem por planta (NVP) e massa de grãos por planta (MGP) feijão-comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) levando em consideração diferentes estudos realizados em diferentes formas de manejo.....	60
Tabela 18 – Resultados obtidos para componentes de rendimento número de grãos por planta (NGP) e massa de cem grãos (MCG) em feijão-comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) levando em consideração diferentes estudos realizados em diferentes formas de manejo.....	61
Tabela 19 – Graus de liberdade (GI) e quadrados médios (QM) da análise da variância do experimento bifatorial (Cultivares x com e sem inoculação) de oito cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) no delineamento inteiramente casualizado, para a variável germinação conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.....	62
Tabela 20 – Análise de agrupamento de médias de oito cultivares para germinação de sementes (%) no delineamento blocos ao acaso, conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.....	62

LISTA DE SIGLAS, ACRÔNIMO E ABREVIATURA

Al	Alumínio
B	Boro
b*	Cromaticidade b*
Ca	Cálcio
cm	Centímetros
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
Cu	Cobre
CV	Coeficiente de variação
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization
Fe	Ferro
g	Gramas
GL	Graus de liberdade
H	Hidrogênio
ha	Hectare
K	Potássio
Kg	Quilograma
m	Metros
Mg	Magnésio
mg	Miligrama
min	minutos
mL	Mililitros
mm	Milímetros
MO	Matéria Orgânica
N	Nitrogênio
nm	Nanômetro
ONU	Organização das Nações Unidas
P	Fósforo
PR	Unidade da Federação – Paraná
rpm	Rotação por minuto
SB	Soma de Bases
SEAB	Secretaria da Agricultura e do Abastecimento
ug	Microgramas
uL	Microlitro
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	24
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA... ..	26
2.1 Leguminosas... ..	26
2.2 Feijão-comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	26
2.3 Domesticação do Feijão... ..	27
2.4 Estimativas de produção.....	28
2.5 Características nutricionais.....	29
2.6 Cultivo orgânico.....	32
2.7 Cultivares para o sistema orgânico.....	34
2.8 Fixação biológica de nitrogênio em feijoeiro.....	35
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3.1 Condução do experimento a campo.....	37
3.2 Análise da composição química de sementes.....	38
3.3 Análise dos componentes de rendimento.....	39
3.4 Análise do percentual de germinação	39
3.5 Análise estatística	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1 Análise da composição química de sementes.....	40
4.2 Análise da composição química parte aérea.....	48
4.3 Análise dos componentes do rendimento	57
4.4 Análise do percentual de germinação	63
5 CONCLUSÃO	64
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS.....	69

1 INTRODUÇÃO

O feijão-comum possui vários tipos como: carioca, preto, branco, rajado, jalo, mulatinho, rosinha, roxo, *cranberry* e *dark red kidney* (SOUZA *et al.*, 2013). Estima-se que mais de 12 milhões de toneladas de grãos são colhidos no mundo, com porcentagens variando entre os continentes: Ásia (45,75%), Américas (34,17%), África (17,56%), Europa (2,29%) e Oceania (0,24%) (SUÁREZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2016). Estima-se, por exemplo, que o consumo per capita anual brasileiro é de 17 kg (MAPA, 2018), e que o feijão é consumido diariamente por mais de 70% dos brasileiros.

Considerando o panorama global na produtividade de feijão, o Brasil se destaca ocupando a 3ª posição no ranking FAO (2019), os primeiros colocados são Índia e Myanmar respectivamente. Estima-se que sua produção alcançou 3,3 milhões de toneladas em 2014 (FAO, 2019). Entre os estados da federação, o Paraná esteve na primeira colocação em 2018, Minas Gerais e Goiás ocuparam o segundo e terceiro lugar respectivamente (ETENE, 2019). A cidade de Pato Branco ocupou a 31ª posição na classificação nacional de produção de feijão em 2017. Estima-se que cerca de 15.475 toneladas foram colhidas (SALVADOR, 2018).

O feijão-comum também é uma fonte de vitaminas e importantes minerais, tais como ferro, magnésio, zinco e cálcio e folato (CALLES, 2016; MESSINA, 2014; SUÁREZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2016; ASIF *et al.*, 2013; MUDRYJ *et al.*, 2014). Em genótipos do tipo selvagem, as concentrações de minerais são em média as seguintes: cobre (18 mg kg^{-1}), ferro (60 mg kg^{-1}), manganês (23 mg kg^{-1}), zinco (29 mg kg^{-1}) e enxofre (234 mg kg^{-1}) (SUÁREZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2016).

No Brasil, segundo o SEBRAE (2019), aproximadamente um milhão de hectares são utilizados para cultivo orgânico. Ainda que não haja dados sistemáticos precisos, este meio de cultivo tem crescido de forma relevante no Brasil (LIMA *et al.*, 2020).

Os sistemas orgânicos utilizam recursos reutilizáveis provenientes de fazendas. Sem a utilização de pesticidas ou organismos geneticamente modificados. (CRESPO-HERRERA; ORTIZ, 2015; TUCK *et al.*, 2014). Com a aplicação de fertilizantes orgânicos advindos de esterco provenientes de agricultura e pecuária, farinha de ossos, compostos naturais, sulfatos, cinzas,

calcário, gesso entre outros (ANDRADE *et al.*, 2017; PEREIRA *et al.*, 2015; HEILIG *et al.*, 2017).

A produção orgânica têm o potencial de contribuição para a oferta de alimentos de forma sustentável, pois ameniza a degradação do solo, possibilitando o aumento na resistência a ataques de pragas ajudando também na redução das mudanças climáticas (AZADI *et al.*, 2011; CRESPO-HERRERA; ORTIZ, 2015; ANDRADE *et al.*, 2017).

A produtividade no sistema orgânico pode atingir o mesmo nível ao meio convencional se houver aporte de nutrientes por meio de adubação orgânica (KIRCHMANN *et al.*, 2008) aumentando assim a fertilidade do solo (HEILIG; KELLY, 2012).

O feijão contribui para a sustentabilidade na agricultura, pois possibilita a fixação biológica de nitrogênio (CALLES, 2016; FOYER *et al.*, 2016). Estimativas sugerem que aproximadamente 21 milhões de toneladas de nitrogênio são fixados por simbiose entre rizóbio e leguminosas anualmente (HERRIDGE *et al.*, 2008). Em feijoeiro, além da constituição genética dos genótipos, onde o estabelecimento da simbiose depende da interação do microrganismo com a planta, a eficiência da inoculação é influenciada por fatores como estirpes nativas do solo, cultivar hospedeira, temperatura e umidade, pH, deficiência de nutrientes e metais pesados, assim como a presença de nitrogênio mineral, e como consequência, pode resultar em ineficiência ou ausência de nodulações (CARDOSO; ANDREOTE, 2016).

A literatura aponta resultados contraditórios em relação a eficiência da fixação biológica de nitrogênio (FBN) em feijoeiro, onde nem sempre a inoculação resulta em incrementos em produtividade, além disso, quase a totalidade de estudos são analisados em manejo convencional, utilizando fertilizantes químicos. Diante do exposto, este estudo objetivou analisar a composição química de sementes e parte aérea, os componentes do rendimento, e o percentual de germinação de sementes de cultivares de feijão, cujas sementes foram inoculadas com *R. tropici* antes da semeadura, e cultivadas em manejo orgânico.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Leguminosas

As leguminosas têm alcançado destaque ao redor do mundo dentre as hortaliças herbáceas, uma vez que, comprovadamente, seu consumo traz benefícios a saúde e permite a manutenção da segurança alimentar (CALLES, 2016), pois segundo alguns pesquisadores, estas espécies podem auxiliar no controle de doenças como: hipercolesterolemia e hipertensão (ARNOLDI *et al.*, 2015). Atualmente, sabe-se que o consumo das leguminosas, também está relacionado ao controle da obesidade, monitoramento da diabetes, redução de doenças coronárias e prevenção de certos tipos de câncer (CALLES, 2016; MESSINA, 2014; HAYAT *et al.*, 2014; SUÁREZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2016; CURRAN, 2012; HUTCHINS *et al.*, 2012; DUEÑAS *et al.*, 2015; MENDOZA-SÁNCHEZ *et al.*, 2019).

Por isso pessoas, ainda que poucas, que adotam uma dieta vegana ou vegetariana, geralmente levadas por crenças filosóficas ou religiosas, preferem alimentos mais saudáveis e sustentáveis, adotando assim o consumo de vegetais nutritivos como as leguminosas (FORESTELL *et al.*, 2012). Na Europa e Austrália, uma porcentagem da colheita de leguminosas é usada para ração animal, e a maior parte da produção é processada, para a fabricação de derivados, como por exemplo o óleo de soja (FOYER *et al.*, 2016), por isso o consumo na dieta alimentar destas pessoas não é tão relevante. No entanto, para aumentar o consumo desta espécie vegetal, a Assembleia Geral das Nações Unidas declarou 2016 como o Ano Internacional das leguminosas. Para tanto, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) desempenhou um grande esforço publicitário, envolvendo setores de relevância na sociedade, para aumentar a conscientização sobre a produção e o consumo de leguminosas em todo o mundo (CALLES, 2016).

2.2 Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)

O feijão comum é uma espécie vegetal da família *Fabaceae*, gênero *Phaseolus*, espécie *vulgaris*, é uma espécie anual diplóide ($2n = 2x = 22$)

(SCHMUTZ *et al.*, 2014), cultivada ao redor do planeta devido as vagens e sementes serem próprias para consumo (SICA *et al.*, 2021). Esta espécie vegetal se reproduz por autofecundação porém eventualmente há ocorrência de polinização cruzada por intermediação de insetos (RENDÓN-ANAYA *et al.*, 2017). Uma planta na fase adulta é constituída de: raiz, caule ou haste principal, folhas e hastes axilares, inflorescência, fruto e semente. A raiz tem uma ramificação com haste principal caule herbáceo com eixo principal com nós e entrenós (FERREIRA, 2017). Por ser uma planta em que seu genoma é relativamente pequeno (650 Mb), o feijão-comum possibilita um modelo viável para pesquisas de interesse agrônomo (SICA *et al.* (2021).

2.3 Domesticação do feijão

A domesticação do feijão-comum ocorreu de forma simultânea em duas regiões distintas, e também em dois pools de genes que foram parcialmente isolados: Mesoamericano e andino (SICA *et al.*, 2021), que segundo a teoria divergiam de um ancestral em comum há mais de 100.000 anos (MAMIDI *et al.*, 2013). Porém através da domesticação é que se deu origem ao feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) datando entre 8.000 a 7.000 a.C., nas montanhas da América Latina e América do Sul, nos andes e no México respectivamente (RIBEIRO, 2017; BITOCCHI *et al.*, 2013; BITOCCHI *et al.*, 2012). Por isso, pode-se afirmar que o feijão e o milho formaram a base da alimentação primitiva dos povos incas, astecas e maias (SALVADOR, 2018).

O cultivo de feijão é conhecido desde a Grécia e o Egito antigos, com relatos históricos datando de 1000 a.C. (COELHO, 2018). Sabe-se que historicamente os grãos de feijão-comum foram levados de seus locais de origem, América central e do sul, para a América do norte através de imigrantes. E a partir de então estas sementes foram transportados para a Europa, África e Ásia através de navios europeus por volta de 1500 D.C. (ANGIOI *et al.*, 2010).

2.4 Estimativas de produção

O feijão-comum é representado por vários grupos comerciais e formas de classificação: carioca, preto, branco, rajado, jalo, mulatinho, rosinha, roxo,

cranberry e *dark red kidney* (SOUZA *et al.*, 2013). Em 2016 foi considerada uma das principais culturas cultivadas ao redor do mundo, com uma produção de 26 milhões de toneladas. (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2016). Estima-se que mais de 12 milhões de toneladas de grãos são colhidos ao redor do planeta, com porcentagens variando entre os continentes: Ásia (45,75%), Américas (34,17%), África (17,56%), Europa (2,29%) e Oceania (0,24%) (SUÁREZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2016). Por isso o feijão-comum é cultivado ao redor do mundo, pois tanto em questão de produção quanto em consumo, ele se destaca por contribuir social e economicamente em países financeiramente mais instáveis (CONAFER, 2020; USDABRAZIL, 2019).

Dutra *et al.* (2015) relatam que o feijão é uma das culturas de destaque no âmbito nacional. O mesmo é uma das principais fontes de alimento no país. Por ser uma leguminosa de plantio simples, agricultores pequenos e grandes plantam feijão de forma anual. O seu cultivo se estende desde regiões subtropicais a tropicais como o Cerrado, Mata Atlântica e o Semi-Árido (RIBEIRO *et al.*, 2014). Dentre os grãos cultivados no país, o carioca ocupa grande parte do mercado consumidor e o do tipo preto é o segundo mais comercializado (RIBEIRO *et al.*, 2014; BORÉM, 2013; FERNANDES *et al.*, 2015). Estima-se, por exemplo, que o consumo per capita anual é de 17 kg (MAPA, 2018), e que o feijão é consumido diariamente por mais de 70% dos brasileiros.

No País, ele é cultivado em três períodos por ano: entre janeiro a março (estação seca), entre maio a junho (outono-inverno) e entre setembro a novembro (estação das águas) (BERTOLDO *et al.*, 2019; CONAB, 2021). No entanto, a época de semeadura pode interferir no tempo de florescimento, número de legumes e produtividade (AKOND *et al.*, 2011), por isso cada safra, pode possibilitar patamares de produção relativamente diferenciados.

Levando em conta o panorama global na produtividade de feijão, o Brasil se destaca ocupando a 3ª posição no ranking da FAO (2019), os primeiros colocados são Índia e Myanmar respectivamente. Estima-se que sua produção alcançou 3,3 milhões de toneladas em 2014 (FAO, 2019). Em 2017, segundo o CONAB (2017) houve um crescimento no plantio de feijão de 13,4% em relação ao ano anterior, com 1.110 mil hectares plantados. Sua produtividade de 1.249 kg ha⁻¹, 18,2 % a mais em relação ao ano de 2016. Já em na safra 2017/2018, estima-se que cerca de 3.116,1 mil toneladas em uma área com cerca de 3.171,7

mil hectares (CONAB, 2019). Na safra de 2019/2020, a produtividade no país alcançou seu patamar com 3,222 milhões de toneladas de feijão-comum em 2,926 milhões de hectares (CONAB, 2020), sendo que a agricultura familiar contribui com 67% da produção total do país (GALBIATTI, 2011).

Entre os estados da federação, o Paraná esteve na primeira colocação em 2018, Minas Gerais e Goiás ocuparam o segundo e terceiro lugar respectivamente (ETENE, 2019). Na safra de 2019 a 2020 houve a produção de 587,1 mil toneladas com uma produtividade de 1.547 Kg ha⁻¹ (DERAL-PR, 2021). Entre os municípios paranaenses, Ponta Grossa foi responsável por 24% da colheita estadual na safra de 2017 a 2018, Curitiba 15%, Pato Branco 13%, Guarapuava e Irati 10% cada um, União da Vitória 7% e Francisco Beltrão 6% (SALVADOR, 2018). A cidade de Pato Branco ocupou a 31^a posição na classificação nacional de produção de feijão em 2017. Estima-se que cerca de 15.475 toneladas foram colhidas (SALVADOR, 2018).

2.5 Características nutricionais

A coloração da semente do feijão é influenciada por compostos fenólicos (GANESAN; XU, 2017; CHÁVEZ-MENDOZA; SÁNCHEZ, 2017), como: flavonoides, flavonóis glicosídeos, antocianinas e taninos condensados (SUÁREZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2016; NGOH; GAN, 2016; GONGJIAN; TRUST, 2016). Estes compostos podem encerrar as reações em cadeia oxidativa, excluindo moléculas intermediárias de radicais livres e não possibilitando outras reações de oxidação, ajudando por isso nos efeitos anti-inflamatórios do organismo (JEON *et al.*, 2012; CARBAS *et al.*, 2020; GANESAN; XU, 2017).

Segundo Chávez-Mendoza; Sánchez (2017), o feijão-preto tem alta concentração de antocianinas, polifenóis e flavonoides, consequentemente ele tem melhor capacidade antioxidante em relação a outras variedades de feijão. A atividade antioxidante é maior no momento da digestão em que há a assimilação do feijão-comum no intestino (GANESAN; XU, 2017). Os compostos fenólicos ao serem levados ao estômago são digeridos devido ao ambiente ácido, então as enzimas possibilitam a solubilidade de polifenóis junto com amido e proteínas (AKILLIOGLU; KARAKAYA, 2010).

O feijão também é fonte de proteínas vegetais (MESSINA, 2014; SUÁREZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2016; GANESAN; XU, 2017), acessíveis economicamente ao consumidor com menos recursos financeiro (GANESAN; XU, 2017; POSSE *et al.*, 2010; RAMÍREZ *et al.*, 2018; CALLES, 2016). Em uma medida de aproximadamente 90 gramas há aproximadamente 7 a 8 gramas de proteínas, isto significa 15% do recomendado para pessoas que pesam mais do que 70 kg (PAREDES *et al.*, 2009). Outras estimativas sugerem que em 100 gramas de feijão-comum, há o fornecimento de aproximadamente 9 a 25 gramas de proteína, isso é 20% da ingestão recomenda para adultos (GANESAN; XU, 2017).

Porém, pesquisas afirmam que não há assimilação total pelo organismo da proteína consumida, mas a digestibilidade chega a 80% (SUÁREZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2016). Segundo Franqueira *et al.* (2008), conforme a cultivar de feijão utilizada e a forma de manejo, os grãos podem chegar de 30 a 35% de proteína em sua constituição (RIBEIRO, 2017; KATUURAMU *et al.*, 2018; GANESAN; XU, 2017; BOYE *et al.*, 2010; KAN *et al.*, 2017). A lisina e tirosina com fenilalanina são os aminoácidos que estão de forma predominante nos grãos secos, (CHÁVEZ-MENDOZA; SÁNCHEZ, 2017). Sendo, portanto, um dos alimentos responsáveis pela segurança alimentar e nutricional em todo o mundo. Mesmo assim, estima-se que 37,8% da população espalhada em várias regiões do planeta, entre eles África Oriental e Meridional, sofre desnutrição proteica (GHOSH *et al.*, 2012).

O feijão-comum também possui de 55 a 65% de carboidratos (SUÁREZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2016). Outras estimativas sugerem que em 100 gramas de grão, cerca de 55 a 75 gramas sejam de carboidratos, por isso, pelo menos 50% da semente é constituído por amido (GANESAN; XU, 2017). Também há alto teor de fibras contidas nas leguminosas (MESSINA, 2014; CRUZ-BRAVO *et al.*, 2011), que são responsáveis pela sensação de saciedade após uma refeição (LI *et al.*, 2014). Sabe-se que cerca de 50% das fibras no feijão são insolúveis, por isso ela também está no grupo de compostos não digeríveis (ULLOA *et al.*, 2011), por isso o feijão tem de duas a três vezes mais fibras por 100 g em relação a outros alimentos (LOS *et al.*, 2018). A fibra no feijão é composta de pectina, pentosanas, hemicelulose, celulose e lignina (GANESAN; XU, 2017). A vantagem é que a fibra alimentar está ligada à proteção do trato digestivo

humano, principalmente à saúde do cólon (DUEÑAS *et al.*, 2016; CHEN *et al.*, 2015)

O feijão-comum é uma fonte de vitaminas e importantes minerais, tais como ferro, magnésio, zinco e cálcio e folato (CALLES, 2016; MESSINA, 2014; SUÁREZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2016; ASIF *et al.*, 2013; MUDRYJ *et al.*, 2014). Em genótipos do tipo selvagem, as concentrações de minerais são as seguintes: cobre (18 mg kg^{-1}), ferro (60 mg kg^{-1}), manganês (23 mg kg^{-1}), zinco (29 mg kg^{-1}) e enxofre (234 mg kg^{-1}) (SUÁREZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2016). Na África oriental e na América latina, ela é a principal fonte de ferro para as suas populações (PETRY *et al.*, 2015; VAZ-TOSTES *et al.*, 2016). Está comprovado que o ferro no feijão-comum é mais concentrado em relação a outros alimentos básicos, e que este elemento fica retido na semente durante a colheita e processamento (BLAIR *et al.*, 2010; AKOND *et al.*, 2011). A falta de ferro no organismo é comprovadamente prejudicial para o crescimento e desenvolvimento do sistema imunológico (ALVES *et al.*, 2018). A deficiência deste elemento no organismo é classificada como a deficiência de nutriente mais difundida ao redor do planeta (LYNCH, 2011; STOLTZFUS, 2011).

Por isso pesquisadores estão empreendendo esforços para aumentar a biodisponibilidade (VELU *et al.*, 2014), da concentração de ferro no feijão e também para reduzir componentes anti-nutricionais, (PETRY *et al.*, 2015; VAZ-TOSTES *et al.*, 2016), como os taninos, lectinas, saponinas, ácido fítico, taninos e oligossacarídeos, que estão intimamente relacionados a efeitos negativos na saúde, pois reduzem a digestão de carboidratos e proteínas e inibem a absorção de ferro (CORZO-RÍOS *et al.*, 2020; VALDÉS, 2011; CAMPION *et al.*, 2013; LOS *et al.*, 2018; SUÁREZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2016). Antes de consumir, a população em geral, cozinha os grãos de feijão comerciais, isso possibilita que de certa forma haja redução de componentes não nutricionais (FABBRI; CROSBY, 2016; REBOLLO-HERNANZ *et al.*, 2018).

O zinco também é o micronutriente de grande relevância para a saúde humana, seu papel se concentra na regulação do metabolismo de enzimas e se constitui como catalisador de reações biológicas, possibilitando o organismo a desempenhar atividades como produção energética e o crescimento (OLIVEIRA, 2019). A deficiência deste nutriente pode causar problemas no sistema imunológico, e reduz no combate de radicais livres, causando retardo no

crescimento e redução das funções de cognição (MARQUES *et al.*, 2012). A absorção desse nutriente varia conforme a idade, para crianças e adolescentes por exemplo, é recomendado o consumo de 3 a 15 mg/dia (MARQUES *et al.*, (2012).

Outro nutriente importante é o fósforo, que está presente em reações bioquímicas e fisiológicas da planta. Este elemento é de extrema relevância para a saúde do ser humano (KATUURAMU *et al.*, 2018), pois está relacionado na diminuição da pressão arterial, relaxamento de músculos e eliminação de impurezas pela urina (EKMEKCIOGLU *et al.*, 2016; HOUSTON, 2011). Em meio orgânico, o fósforo está limitado a utilização de rochas fosfatas e materiais orgânicos (COOPER *et al.*, 2018). A concentração do fósforo se eleva ao se utiliza esterco animal para a fertilização do solo, isto se torna um ponto positivo, pois este é o segundo nutriente de maior necessidade no desenvolvimento das plantas (GOLDAMER, 2017).

2.6 Cultivo orgânico

Com a intensificação na exigência por alimentos mais saudáveis, há a necessidade de investimento por meios de cultivos alternativos que levam em consideração fatores ambientais e sociais, entre eles destaca-se o meio orgânico (CAPRONI *et al.*, 2018; BEEBE, 2012). Alimentos cultivados em meio orgânico, estão recebendo destaque ao redor do mundo (WILLER; KILCHER, 2012; CAPRONI *et al.*, 2018). Os Estados Unidos, Alemanha e França são países em que houve maior comercialização de produtos orgânicos no ano de 2013 (WILLER; LERNOUD, 2019). Por exemplo, o aumento das vendas de produtos orgânicos ao redor do planeta, esteve acima de 11% entre o ano 2000 a 2017 (LIMA *et al.*, 2020), atingindo um valor de 92 bilhões de euros. Apenas os EUA representaram uma totalidade de 43% do mercado (LIMA *et al.*, 2020).

No Brasil, os agricultores familiares são os principais produtores a se adaptarem ao cultivo orgânico, que proporciona certa independência de recursos industriais como fertilizantes químicos, e consequentemente possibilita maior capital para investimento na produção (SEDIYAMA *et al.*, 2015). Por isso, a agricultura orgânica preserva os recursos ambientais se utilizando de melhores

práticas, respeitando assim a biodiversidade (SINGH, 2021; SHAFIE; RENNIE, 2012; SEDIYAMA *et al.*, 2015).

Os sistemas orgânicos se utilizam de recursos reutilizáveis provenientes de fazendas. Sem a utilização de pesticidas ou organismos geneticamente modificados (CRESPO-HERRERA; ORTIZ, 2015; TUCK *et al.*, 2014). Com a aplicação de fertilizantes orgânicos advindos de esterco provenientes de agricultura e pecuária, farinha de ossos, compostos naturais, sulfatos, cinzas, calcário, gesso entre outros (ANDRADE *et al.*, 2017; PEREIRA *et al.*, 2015; HEILIG *et al.*, 2017). Este meio de cultivo contribui na manutenção de carbono no solo (CRESPO-HERRERA; ORTIZ, 2015; GATTINGER *et al.*, 2012). Por isso estima-se que haja altas concentrações de matéria orgânica, chegando-se até mesmo a 7%, isso acontece devido a um aumento de microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica (TUOMISTO *et al.*, 2012; TUCK *et al.*, 2014; GABRIEL *et al.*, 2013).

Para aumentar a concentração de nutrientes no solo, para posteriormente ser usada de forma eficiente pela planta, os sistemas orgânicos contam com a competitividade das ervas daninhas e relações simbióticas dos micro-organismo (BUEREN *et al.*, 2011; ZDRAVKOVIĆ *et al.*, 2010). Os fungos micorrizos, por exemplo, possuem certa relevância na fertilização do solo, através da absorção de elementos químicos, no entanto no cultivo convencional a presença destes micro-organismo é menor (OEHL *et al.*, 2004).

Os sistemas de produção orgânica têm o potencial de contribuição para a oferta de alimentos de forma sustentável, pois ameniza a degradação do solo, possibilitando o aumento na resistência a ataques de pragas ajudando também na diminuição das mudanças climáticas (AZADI *et al.*, 2011; CRESPO-HERRERA; ORTIZ, 2015; ANDRADE *et al.*, 2017). A produtividade neste sistema de produção é relativamente menor se comparado com os sistemas convencionais (SACCO *et al.*, 2015). Por exemplo, ao comparar o sistema de produção orgânica em relação ao sistema convencional, conclui-se que os rendimentos da produção orgânica são de 80% ao obtido pelo sistema agrícola predominante (DE PONTI *et al.*, 2012; SEUFERT *et al.*, 2012). Isso acontece pois existe uma limitação na disponibilidade de nutrientes e controle de plantas daninhas Hill *et al.* (2016), também, em consequência, a conversão de sistemas, até que haja equilíbrio do sistema de manejo (SACCO *et al.*, 2015).

2.7 Cultivares para o sistema orgânico

A utilização de cultivares propícias para o cultivo de forma convencional, contribuem para a redução no rendimento ao ser utilizada no sistema orgânico, pois evidentemente, estas cultivares foram adaptadas para a utilização de fertilizantes industriais (CAPRONI *et al.*, 2018). A redução na produtividade poder ser compensadas ao agregar um valor comercial elevado pelo produto orgânico (AZZOLINI *et al.*, 2007; GOMIERO, 2021). Por exemplo, no município de Pato Branco-PR, constatou-se através de uma pesquisa, que o preço dos produtos advindos do meio orgânico, estavam 34% mais caros em relação ao produto convencional (SALVADOR, 2018), com isso o agricultor tem a vantagem de aumentar a qualidade de vida por meio da rentabilidade (CUNHA *et al.*, 2011; DEKA *et al.*, 2021).

O cultivo no meio orgânico permite também que o agricultor possa fazer a manutenção de suas próprias sementes garantindo com que a planta consiga adaptar-se ao ambiente de sua produção (GINDRI *et al.*, 2017). Isso contribui significativamente para o desenvolvimento sustentável da agricultura feita por pequenas propriedades e propriedades familiares (ALTEMBURG *et al.*, 2013), sendo o feijão-comum tanto alimento quanto semente (MILES *et al.*, 2015), ele podem ser armazenados por muitos anos sem grandes custos, no entanto, deve ser levado em consideração a correta armazenagem, pois caso haja inadequação, os grãos podem sofrer transformações químicas e físicas, afetando assim a qualidade nutricional (ÁVILA *et al.*, 2020).

A produtividade no meio orgânico pode atingir o mesmo nível ao meio convencional se houver a entrada alta de nutrientes por meio de esterco (KIRCHMANN *et al.*, 2008) aumentando assim a fertilidade do solo (HEILIG; KELLY, 2012). Parizotto *et al.*, (2016) destacam que em um cultivo de feijão em que foram usadas 4 toneladas de esterco de aves por hectare, foram constatadas maiores produções de grãos. Para reduzir a diferença de rendimento entre o cultivo no meio orgânico e o cultivo convencional, pesquisas realizadas visando o melhoramento genético de plantas (CRESPO-HERRERA; ORTIZ, 2015), que tem por objetivo a busca de aumento na produtividade como também a tolerância a fatores biológicos ou não biológicos além de aumentar a eficiência na utilização de recursos naturais como nutrientes, água e luz

(CRESPO-HERRERA; ORTIZ, 2015). Isto acontece por meio da seleção de indivíduos homozigotos, possibilitando assim a criação de linhagens puras de alto valor agregado (SICA *et al.*, 2021). Esse trabalho é importante pois, geralmente as cultivares que são inseridas no meio convencional não desempenham resultados semelhantes em cultivos orgânicos (BUEREN *et al.*, 2011)

Desta maneira, ao se utilizar cultivares tradicionais em cultivos orgânicos, estas cultivares podem apresentar variabilidade para o melhoramento de várias características relevantes em produtos orgânicos (VAKALI *et al.*, 2017). No entanto, levando sempre em consideração a demanda e aceitação do mercado consumidor por aquele produto adaptado em cultivo orgânico (FARIA *et al.*, 2014).

O combate a patógenos transmitidos por sementes também deve ser levado em consideração no meio orgânico, pois nesse cultivo os tratamentos de sementes são escassos (CRESPO-HERRERA; ORTIZ, 2015). Com relação ao manejo de pragas e doenças, faz-se necessário o controle fitossanitário de prevenção com uso do controle biológico (JACOBSON, 1989). Este manejo tem como função a diminuição da inserção, manutenção ou propagação de plantas invasoras (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2018).

Também outra forma de manejo para o controle de pragas é o controle cultural, que tem por objetivo o desenvolvimento e competição da cultura, reduzindo assim a interferência de outras plantas (CONSTANTIN *et al.*, 2013). Isso acontece por meio da organização espacial das mudas na cultura, levando em consideração o número delas e o tamanho como também a rotação de culturas (CORREIA; REZENDE, 2002; OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2018).

2.8 Fixação biológica de nitrogênio em feijoeiro

Os nutrientes como nitrogênio e fósforo são importantes para o crescimento das plantas (ÅGREN; WETTERSTEDT; BILLBERGER, 2012). A assimilação destes elementos por parte das plantas pode ser proporcionada por meio da simbiose com micro-organismos nas raízes de leguminosas. Bactérias como o *Rhizobium tropici* induzem a formação de nódulos radiculares, e nestes órgãos acontecem a fixação de nitrogênio atmosférico por organismos microssimbionte

(JIA; GRAY; STRAKER, 2004). Quando os pelos das raízes de plantas leguminosas percebem o fator de nodulação, acontece uma resposta fisiológica para início da infecção por *Rhizobium tropici* e formação de nódulos (Suzaki *et al.*, 2015). Este processo acontece por uma comunicação envolvendo moléculas. Os flavonoides são expelidos pelas raízes, logo, as bactérias respondem na rizosfera, sintetizando e liberando oligossacarídeos, também conhecidos como fator Nod, que é reconhecido pelos receptores da raiz, e por conseguinte geram reações fisiológicas, como resposta (FONSECA-GARCÍA *et al.*, 2019).

Segundo Murray, (2011), nas raízes, os micro-organismos se ligam às extremidades dos pelos, a partir de então acontece uma interrupção no desenvolvimento dos pelos da raiz, e posteriormente há a formação de inchaço e um processo chamado de encaracolamento, que tem o objetivo de prender o organismo simbiote dentro de um compartimento chamado de bolsa de infecção. Em seguida, forma-se uma estrutura em forma de tubo também conhecida como fio de infecção (IT), isso acontece pela invaginação da parede celular e da membrana plasmática do pelo radicular, possibilitando dessa forma que a bactéria tenha acesso nas células ciliadas (FONSECA-GARCÍA *et al.*, 2019).

Evidências sugerem que há relação entre o desenvolvimento do pelo da raiz e a progressão do fio de infecção (TI), as leguminosas se utilizam de moléculas para o crescimento da raiz durante a progressão do fio de infecção. A actina filamentosa aumenta sua concentração na ponta dos pelos, e na bolsa de infecção quando inoculados com rizóbio (ZEPEDA *et al.*, 2014). O progresso do fio de infecção ocorre mutuamente com a criação do primórdio do nódulo, neste, acontece uma atividade mitótica celular no córtex da raiz (MONTIEL *et al.*, 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Condução do experimento a campo

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco (26°10'33.8"S 5°41'22.9"W) e 700 metros de altitude, em solo classificado como latossolo vermelho distroférico típico (Embrapa, 2018). O clima foi classificado como subtropical úmido (Cfa) segundo a classificação de Köppen-Geiger, com precipitação média anual de 1947 mm/ano. A área utilizada é destinada para cultivo orgânico.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema bifatorial 2 x 8 (com e sem inoculação de sementes com *Rhizobium tropici* x oito genótipos), quatro repetições, sendo que cada parcela foi constituída de quatro linhas com três metros de comprimento onde foram dispostas 12 sementes por metro linear, com espaçamento de 0,5 metro entre linhas.

A semeadura aconteceu nas condições climáticas do mês de outubro de 2021. Foram usadas formulações para a adubação de base orgânica, conforme a necessidade do solo local utilizado para o experimento (Tabela 1), seguindo as instruções técnicas para o feijão conforme o manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná (SBCS, 2017). A adubação ocorreu duas semanas antes da semeadura com a aplicação de fertilizante orgânico Ferticel®, formulado a partir de esterco e cama de aviário, o qual foi aplicado na proporção de 4 ton ha⁻¹, constituindo 56,8 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

A inoculação das sementes ocorreu quatro horas antes do plantio com o auxílio de uma pipeta volumétrica, o inoculante utilizado na forma líquida contendo a bactéria da espécie *Rhizobium tropici* (estirpes SEMIA 4077 e SEMIA 4088) na proporção de 200 mL para 50 kg de semente.

Tabela 1 – Resultado da análise química do solo, na profundidade de 0,0 – 0,20 m, coletadas aleatoriamente na área do experimento. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.

MO	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Ph	V(%)	Índ.	SB	H + Al
g/dm ³	mg/dm ³	cmol _c /dm ³	cmol _c /dm ³	cmol _c /dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	Ca Cl ₂		SMP	cmol _c /dm ³	
49,9	4,4	0,59	5,80	2,60	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	57,3	6,60	8,99	6,69

Fonte: TAGLIATELLA, E., 2021.

As plantas daninhas foram controladas por meio de arranquio manual. Para o combate de doenças foi utilizado o Trichodermil® SC 1306 (*Trichoderma*

harzianum). O óleo de neem e Boveril® (*Beauveria bassiana*) foram utilizados para o manejo de pragas. Ao atingir a maturação, foi realizada a colheita das 64 parcelas. O estágio de maturação foi considerado quando as folhas das culturas estavam amarelas, com legumes secos e grãos com máximo acúmulo de matéria seca. Após a colheita, foi realizada a trilha, e posteriormente os grãos foram levados para a estufa para a secagem (40 °C) e posteriormente foram realizadas as avaliações.

3.2 Análise da composição química de sementes e parte aérea

As amostras da parte aérea incluindo caules e folhas foram coletadas na fase reprodutiva (R6) e as sementes foram colhidas na maturidade fisiológica e passaram por secagem em estufa a 60°C até adquirir massa constante. Após secas, as amostras foram trituradas em moinho de facas, e então levadas ao laboratório de análise de tecido vegetal e resíduos orgânicos da UTFPR, *campus* Pato Branco.

A análise seguiu a metodologia de Tedesco et al., (1995), para realizar a digestão das amostras e determinação dos nutrientes. Foi feita a digestão sulfúrica para os macronutrientes N, P e K, na ocasião foram pesados 20 g por amostra, então as mesmas foram alocadas para tubos de digestão com 0,70 g da mistura catalítica composta por Se, Na₂SO₄ e Cu₂SO₄, em seguida adicionou-se 1 mL de H₂O₂ e 2 mL de concentrado. Os tubos foram agitados e colocados no bloco elevando a temperatura de 50 °C em 50 °C até 350 °C com pausa de dois minutos em cada temperatura da rampa, e no final, deixados por uma hora. Ao desligar o bloco, os tubos foram retirados e após o resfriamento, o conteúdo foi transferido para balão volumétrico de 50 mL e foi completado com água destilada (TEDESCO, 1995).

A digestão nitro-perclórica foi realizada para a leitura do restante dos minerais, onde pesou-se 500 mg da mostra moída, logo, adicionou-se 6 mL de uma mistura contendo HNO₃ e HClO₄ na proporção 2:1 (v/v), e levou-se os tubos para o bloco digestor aumentando gradativamente a temperatura até atingir 160 °C onde permaneceu até o volume da amostra ser reduzido pela metade (cerca de 40 minutos). Aumentou-se a temperatura até a obtenção de fumo branco de HCO₄ e o extrato apresentar-se incolor (cerca de 20 minutos. Após o

resfriamento, o conteúdo foi transferido para balão volumétrico de 50 mL e foi completado com água destilada para posterior leitura (EMBRAPA, 2000). Os teores foram analisados quimicamente como segue: o nitrogênio (N), analisado por arraste de vapor pelo método Kjeldahl; o fósforo (P), por espectrofotometria UV-Vis; potássio (K), por fotometria de chama; o cálcio (Ca), o magnésio (Mg), o ferro (Fe), o zinco (Zn), o manganês (Mn) e cobre (Cu) foram determinados por espectrometria de absorção atômica com chama (BINOTTI ET AL., 2008).

3.3 Análise dos componentes do rendimento

Assim que as cultivares atingiram o estágio de colheita (R8), foi realizada a coleta das amostras, sendo coletadas cinco plantas das linhas centrais de cada parcela, que foram secas ao ar livre até a massa constante. Os caracteres analisados foram: número de vagens por planta (NVP), massa de grãos por planta (MGP), número de grãos por vagem (NGV) e massa de cem grãos (MCG).

3.4 Análise do percentual de germinação

As sementes colhidas a campo foram levadas ao laboratório onde foi realizado o teste de germinação segundo as regras para análise de sementes (BRASIL, 2009), conduzido com quatro repetições de 50 sementes cada, em rolo com três folhas de papel para germinação, umedecido com água destilada em 2,8 vezes o seu peso seco. Os rolos foram colocados em câmara germinadora à temperatura de 25 °C. A primeira contagem foi realizada aos cinco dias. Os resultados para contagem foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

3.5 Análise estatística

Os dados foram coletados, tabulados e submetidos aos testes de Bartlett e Lilliefors, a fim de serem verificados os pressupostos de homogeneidade das variâncias e normalidade, respectivamente. Havendo homogeneidade e normalidade das variáveis, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P \leq 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Skott-Knott e Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o programa estatístico Genes (CRUZ, 2013).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise da composição química de sementes

Para todas as variáveis analisadas não houve interação significativa entre com inoculação ou sem inoculação e as cultivares, indicando que para essas variáveis a combinação de inoculante com o tipo de cultivares não gera um efeito adicional em relação ao efeito individual dos fatores para a análise de sementes (Tabela 2). No entanto, houve diferença significativa em nível de 1% de probabilidade de erro entre as cultivares para todas as variáveis ($p \leq 0,01$), exceto para cobre (Cu mg Kg⁻¹), onde foi encontrada diferença significativa em nível de 5% de probabilidade de erro ($p \leq 0,05$).

Tabela 2 – Resumo da análise da variância do experimento bifatorial (Cultivares x com e sem inoculação) de oito cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no delineamento blocos ao acaso, para as variáveis: nitrogênio (N %), fósforo (P %), potássio (K %), cálcio (Ca %), magnésio (Mg %), zinco (Zn mg Kg⁻¹), cobre (Cu mg Kg⁻¹), ferro (Fe mg Kg⁻¹) e manganês (Mn mg Kg⁻¹) avaliadas em grãos de feijão conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.

Causas de Variação	G L	QM das Variáveis								
		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn
Blocos	3	0.6029	0.0108 2	0.066 7	0.0006	0.000 1	109.59	3458	17.599	0.375
Cultivares (D)	7	2.1821 **	0.0220 **	0.551 1 **	0.0057 **	0.002 2 **	764.65 **	10600 *	671.75 **	5.980 **
Inoculação (A)	1	0.0375 4 ns	0.0014 1 ns	0.032 8 ns	0.0000 1 ns	0.000 1 ns	83.037 ns	3137 ns	11.816 ns	0.018 ns
Inoculação x Cultivares	7	0.1970 4 ns	0.0036 5 ns	0.016 4 ns	0.0002 ns	0.000 3 ns	171.44 ns	6100 ns	148.06 ns	0.807 ns
Erro	4	0.2089	0.0051	0.046	0.0002	0.000	93.813	3786	91.992	0.398
	5	3	7	8		1				
Média geral	-	3.7245	0.39	1.65	0.047	0.16	32.94	27.41	109.94	2.68
CV (%)	-	12.272	18.03	13.07	35.02	7.76	29.39	224.4	8.72	23.47

**Significativo em nível de 1% de probabilidade de erro. * significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. ^{ns} não significativo em nível de % de probabilidade de erro. GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; CV (%): coeficiente de variação. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023.

Considerando as diferenças significativas entre as cultivares, foi realizada análise de agrupamento de medias considerando as medias conjuntas entre os tratamentos com e sem inoculação com *R. tropici* pelo o teste de Scott-knott, em nível de 5% de probabilidade de erro (Tabela 3).

Para a composição de N presente nos grãos de feijão, a cultivar IPR Tangará apresentou a maior média (4,67 g 100g⁻¹). As cultivares SCS-206 Potência e

BRS Estilo apresentaram menores médias, ($3,23 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) e ($3,01 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) respectivamente.

Em relação a variável P, as cultivares: BRS Campeiro ($0,41 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$), SCS CHIC 61 ($0,43 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$), SCS 204 Predileto ($0,42 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$), IPR Urutau ($0,42 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) e IPR Tangará ($0,46 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) apresentaram os maiores valores nesta dissertação. A composição do macronutriente K, foi maior para a cultivar IPR Tangará ($2,05 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) e BRS Campeiro ($1,87 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$). No entanto, para a cultivar BRS Estilo ($1,18 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) houve a menor média. Com respeito ao Ca, constatou-se que a cultivar SCS 204 Predileto ($0,19 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) obteve a maior média. Porém, as cultivares IPR Urutau ($0,02 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) e BRSMG Realce ($0,01 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) resultaram nos menores valores. O teor de Mg foi maior para a cultivar SCS 204 Predileto ($0,19 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$). Contudo, a cultivar BRS MG Realce obteve a menor média ($0,14 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$).

Para o nutriente Zn (Tabela 3), SCS CHIC 61 ($56,22 \text{ mg kg}^{-1}$) obteve a maior média. A concentração do nutriente Cu foi maior para as cultivares IPR Urutau ($53,68 \text{ mg kg}^{-1}$) e BRSMG Realce ($107,9 \text{ mg kg}^{-1}$). Para a composição de Fe, as cultivares SCS-206 Potência ($123,6 \text{ mg kg}^{-1}$), BRS Estilo ($111,5 \text{ mg kg}^{-1}$) SCS CHIC 61 ($117,3 \text{ mg kg}^{-1}$) e IPR Tangará (117 mg kg^{-1}) apresentaram as maiores médias. As outras cultivares não apresentaram valores significativo entre elas para este nutriente. Em relação variável Mn, as cultivares SCS 206 Potencia ($3,07 \text{ mg kg}^{-1}$), BRS Estilo ($2,65 \text{ mg kg}^{-1}$), BRS Campeiro ($2,80 \text{ mg kg}^{-1}$) SCS CHIC 61 ($3,18 \text{ mg kg}^{-1}$) SCS 204 Predileto ($3,65 \text{ mg kg}^{-1}$) e IPR Tangará ($3,35 \text{ mg kg}^{-1}$) obtiveram as maiores médias.

Na análise em grãos, o nutriente nitrogenio (N) apresentou diferença de forma significativa entre as oito cultivares, e obteve uma média de $3,72 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, e houve uma variação de valores entre $3,27$ a $4,17 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$. Contudo Rufatto (2021) e Ghanbari et al. (2013) (Tabela 4) encontraram valores que estiveram entre $3,32 - 3,64 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ e $2,96 - 3,28 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ respectivamente, menor ao relatado no presente estudo. Por conseguinte, Gouveia et al. (2014) e Palčić et al. (2018) obtiveram resultados semelhantes ao apresentado nesta pesquisa, com $2,55 - 4,83 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ e $3,13 - 3,92 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ e respectivamente.

Tabela 3 – Comparação de médias em sementes de oito cultivares (Cult.) em experimento com e sem inoculação de *Rhizobium tropici* para as variáveis: nitrogênio (N %), fósforo (P %), potássio (K %), cálcio (Ca %), magnésio (Mg %), zinco (Zn mg Kg⁻¹), cobre (Cu mg Kg⁻¹), ferro (Fe mg Kg⁻¹) e manganês (Mn mg Kg⁻¹), conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.

Cult.	Variáveis								
	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Zn (mg Kg ⁻¹)	Cu (mg Kg ⁻¹)	Fe (mg Kg ⁻¹)	Mn (mg Kg ⁻¹)
SCS 206 Potência	3.23 d	0.37 b	1.48 c	0.045 c	0.161 c	31.32 b	22.05 b	123.6 a	3.075 a
BRS Estilo	3.01 d	0.29 b	1.18 d	0.039 c	0.153 c	24.87 b	5.150 b	111.5 a	2.650 a
BRS Campeiro	3.81 c	0.41 a	1.88 a	0.062 b	0.177 b	33.08 b	7.887 b	95.32 b	2.800 a
Chic61	3.76 c	0.43 2 a	1.76 b	0.038 c	0.162 c	56.22 a	7.075 b	117.3 a	3.187 a
SCS 204 Predileto	4.17 b	0.43 a	1.68 b	0.105 a	0.192 a	30.12 b	8.225 b	104.11 b	3.650 a
IPR Urutau	3.54 c	0.42 a	1.63 c	0.025 d	0.162 c	27.11 b	53.68 a	104.4 b	1.662 b
IPR Tangará	4.67 a	0.46 a	2.05 a	0.046 c	0.181 b	31.93 b	7.212 b	117.0 a	3.350 a
BRSMG Realce	3.59 c	0.35 b	1.58 c	0.018 d	0.140 d	28.90 b	107.9 a	106.1 b	1.137 b

* Médias seguidas por mesma letra, na vertical, não diferem pelo teste de scott- knott, em nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023.

Nesta pesquisa houve diferença significativa entre as cultivares para a variável fósforo (P), apresentando uma média de 0,390 g 100g⁻¹. As concentrações que estiveram entre 0,32 a 0,46 g 100g⁻¹. O valor obtido está de acordo ao encontrado por alguns pesquisadores (Tabela 4). Pinheiro et al. (2010), por exemplo, encontraram médias que variaram entre 0,009 a 0,797 g 100g⁻¹ para este nutriente. Por conseguinte, Rufatto (2021) e Murube et al. (2021) obtiveram valores que variaram entre 0,39 a 0,53 g 100g⁻¹ e 0,34 – 0,57 g 100g⁻¹, respectivamente. A literatura relata uma variação de 0,37 a 0,54 g 100g⁻¹ para a concentração de P em sementes (MESQUITA et al., 2007). Por conseguinte, Palčić et al. (2018) aferiu valores que ficaram entre 0,49 – 0,57 g 100g⁻¹, e Yeken et al. (2018) constatou uma média que esteve entre 0.94 – 1.30 g 100g⁻¹, El-syiad e Hassan (2014) 1.02 – 1.65 mg/100 g, os valores obtidos

neste são semelhantes ao estipulado pelas bibliografias citadas acima. No entanto, alguns pesquisadores obtiveram valores superiores ao encontrado, Jan et al. (2021), Gouveia et al. (2014), Delfini et al. (2020), e Ghanbari et al. (2013), por exemplo, verificaram médias de $1,9 - 4,0 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, $0,30 - 7,50 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, $5,98 - 6,04 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ e $3,28 - 4,68 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ respectivamente.

Com relação ao Ca (Tabela 4), a média foi aferida em $0,047 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, sendo que os valores estiveram entre $0,03 - 0,06 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$. Rufatto (2021) e Silva et al. (2020), por exemplo, encontraram concentrações semelhantes que variam entre $0,02 - 0,04 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ e $0,07 - 0,08 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, respectivamente. No entanto, Mesquita et al. (2007) e Moyib et al. (2015) obtiveram teores de $0,03 - 0,28 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ e $0,1 - 0,32 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, respectivamente, que são valores um pouco acima ao encontrado nesta pesquisa. Como também, valores superiores foram aferidos por Palčić et al. (2018).

Tabela 4 – Resultados obtidos para concentração de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Cálcio (Ca) dos grãos de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) levando em consideração diferentes estudos realizados em diferentes formas de manejo.

Autores	Ano	N (g 100g ⁻¹)	P (g 100g ⁻¹)	Ca (g 100g ⁻¹)	Man.	Trat.	cult
Tagliatella*	2023	3,270 – 4,170	0,320 – 0,460	0,030 – 0,060	Og	Inoc	8
Rufatto	2021	3,320 – 3,640	0,390 – 0,530	0,020 – 0,040	Og	-	13
Palčić et al.	2018	3,130 – 3,920	0,490 – 0,570	0,340 – 0,420	Cv	D/A	226
Ghanbari et al.	2013	2,960 – 3,280	3,280 – 4,680	---	Cv	D/H	8
Gouveia et al.	2014	2,550 – 4,830	0,300 – 7,500	---	Og	-	59
Jan et al.	2021	---	1,900 – 4,000	0,300 – 5,350	Cg	-	109
Delfini et al.	2020	---	5,980 – 6,040	01,39 – 1,400	Cv	D/A	1.512
Murube et al.	2021	---	0,340 – 0,570	1,400 – 4,600	Cg	-	25
Mesquita et al.	2007	---	0,370 – 0,540	0,030 – 0,280	Cv	-	21
Ribeiro	2012	---	---	0,300 – 2,800			
Moyib et al.	2015	---	---	0,100 – 0,320	Cv	-	6
Silva et al.	2020	---	---	0,070 – 0,080	Cv	D/H	1
Hassan	2014	---	1,020 – 1,650	---			
Pinheiro et al.	2010	---	0,009 – 0,797	---			
Yeken et al.	2018	---	0,940 – 1,300	---	Cv	-	20

Man: Manejo; Trat: tratamento; Cult: número de cultivares. Og: orgânico; Cv: Convencional; INO: Inoculação; N/A: Níveis de Adubação; D/ES: Diferentes épocas de semeadura; DP: densidade de população; D/A: Diferentes ambientes, D/L: Distribuição longitudinal. *Valores obtidos no presente estudo. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023.

No entanto, na literatura foram observados valores muito acima aos encontrados no presente estudo, por exemplo, Jan *et al.* (2021), Ribeiro *et al.* (2014), Delfini *et al.* (2020) e Murube *et al.* (2021) obtiveram médias entre 0,30 – 5,35 g 100g⁻¹, 0,30 – 2,80 g 100g⁻¹, 1,39 – 1,40g 100g⁻¹ e 1.4 – 4.6 g 100 g⁻¹, respectivamente.

O nutriente magnésio (Mg) apresentou diferença de forma significativa entre as oito cultivares, e obteve uma média de 0.16 g 100g⁻¹, e houve uma variação de valores entre 0.148 a 0.172 g 100g⁻¹. Contudo Palčić *et al.* (2018) e Gouveia *et al.* (2014) (Tabela 5) encontraram valores que estiveram entre 0,169 – 0,170 g 100g⁻¹ e 0,10 – 0,18 g 100g⁻¹ respectivamente, valores semelhantes ao relatado nesta dissertação. Por conseguinte, Jan *et al.* (2021) e Delfini *et al.* (2020) obtiveram resultados mais elevados ao apresentado nesta pesquisa, com 0,122 – 0,273 g 100g⁻¹ e 0,171 – 0,222 g 100g⁻¹ e respectivamente.

Tabela 5 – Resultados obtidos para concentração de Potássio (K) e Magnésio (Fe) dos grãos de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) levando em consideração diferentes estudos realizados em diferentes formas de manejo.

Autores	Ano	K (g 100g⁻¹)	Mg (g 100g⁻¹)	manejo	Trat.	Nº cult
Tagliatella*	2023	1,440 – 1,860	0.148 - 0.172	Og	C/ e s/	8
Ruffato <i>et al.</i>	2021	1,370 – 1,640	----	Og	-	13
Palčić <i>et al.</i>	2018	1,380 – 1,660	0,169 – 0,170	Cv	D/A	226
Gouveia <i>et al.</i>	2014	1,300 – 2,490	0,10 – 0,18	Og	-	59
Jan <i>et al.</i>	2021	8,300 – 14,70	0,122 – 0,273	Cg	-	109
Delfini <i>et al.</i>	2020	15,49 – 15,87	0,171 – 0,222	Cv	D/A	1.512
Murube <i>et al.</i>	2021	1,630 – 2,080	---	Cg	-	25
Mesquita <i>et al.</i>	2007	1,510 – 2,480	---	Cv	-	21
Ribeiro	2012	15,10 – 24,80	---			
Moyib <i>et al.</i>	2015	0,010 – 0,160	---	Cv	-	6
Silva <i>et al.</i>	2020	1,000 – 1,160	---	Cv	D/H	1
Yeken <i>et al.</i>	2018	2,380 – 3,590	---	Cv	---	20
Nwadike <i>et al.</i>	2018	0,250 – 0,540	---	---	---	

Man: Manejo; Trat: tratamento; Cult: número de cultivares. Og: orgânico; Cv: Convencional; INO: Inoculação; N/A: Níveis de Adubação; D/ES: Diferentes épocas de semeadura; DP: densidade de população; D/A: Diferentes ambientes, D/L: Distribuição longitudinal. *Valores obtidos no presente estudo. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023.

Ao analisar o teor de K nas sementes, foi encontrada uma média de 1,65 g 100g⁻¹, sendo que os valores variaram entre 1,44 – 1,86 g 100g⁻¹. Concentrações inferiores ao encontrado foram observadas por Moyib *et al.* (2015) e Silva *et al.* (2020), com 0,01-0,16 g 100g⁻¹ e 1,00-1,16 g 100g⁻¹, respectivamente (Tabela 5). Valores semelhantes foram obtidos por Rufatto (2021) e Murube *et al.* (2021), onde os resultados estiveram entre 1,37 – 1,64 g 100g⁻¹ e 1.63-2.08g 100 g.

Como também valores semelhantes foram encontrados por Palčić *et al.* (2018) com médias que variaram entre 1,38 – 1,66 g 100g⁻¹. No entanto, Mesquita *et al.* (2007) constataram concentrações que estiveram entre 1,51-2,48 g 100g⁻¹, um pouco mais elevado ao encontrado no presente trabalho. Porém, na bibliografia, há valores que estão bem acima ao aferido nesta pesquisa, Yeken *et al.* (2018) e Jan *et al.* (2021) obtiveram resultados variaram de 2.38 – 3.59 g 100g⁻¹ e 8,3–14,7 g 100g⁻¹ respectivamente. Como também, valores altos foram encontrados por Gouveia *et al.* (2014), Ribeiro *et al.* (2012), Delfini *et al.* (2020) e Nwadike *et al.* (2018) com médias que variaram entre 1.30 – 2.49 g 100g⁻¹, 15.10 – 24.80 g 100g⁻¹, 15.49 – 15.87 g 100g⁻¹ e 0.25-0.54 mg 100 g⁻¹, respectivamente.

Para Zn nos grãos, neste estudo foi obtido uma média de 32,94 mg kg⁻¹ com valores variando entre 23,26 – 42,62 mg kg⁻¹. Porém, uma menor variação foi encontrada por Palčić *et al.* (2018), Silva *et al.* (2020), Delfini *et al.*, (2020), Celmeli *et al.* (2018), Lima *et al.* (2021) e Ghanbari *et al.* (2013) com valores entre 24,98 – 29,32 mg kg⁻¹, 31,08 – 33,26 mg kg⁻¹, 32,81 – 34,73 mg kg⁻¹, 25,03 – 35,41 mg Kg⁻¹, 12,11 – 26,69 mg kg⁻¹, 23,63 – 32,49 mg kg (Tabela 6). Por conseguinte, Rufatto (2021), ao analisar o teor deste nutriente em grãos de feijão, obteve valores que variaram entre 26,5 – 40,23 mg kg⁻¹, resultados semelhantes ao constatado nesta pesquisa. Mesquita *et al.* (2007), Moyib *et al.* (2015), Beebe (2011), Blair *et al.* (2009), Paredes *et al.* (2009) relataram que os resultados para o Zn variaram entre 36,67-63,90 mg kg⁻¹, 16,88 – 45,48 mg kg⁻¹, 5,0 – 54 mg kg⁻¹, 17,7–42,4 mg kg⁻¹ e 27,9-40,7 mg kg⁻¹, respectivamente. Como também Olivera *et al.* (2008), Nguli *et al.*, (2022), Ribeiro *et al.* (2012), Yeken *et al.* (2018), Gouveia *et al.* (2014), Akond *et al.* (2011), El-siyad; Hassan, (2014), Izquierdo *et al.*, (2018) obtiveram médias que variaram entre 29,88-33,96 mg kg⁻¹, 22 – 42 mg kg⁻¹, 36.93 – 63.90 mg kg⁻¹, 19.74 – 66.68 mg kg⁻¹, 30.90 – 64.60 mg kg⁻¹, 22.0 – 50.0 mg kg, 26,2-51,2 mg kg⁻¹ e 16 – 57 mg kg⁻¹, respectivamente, valores um pouco acima ao estipulado no presente trabalho. Porém valores superiores foram encontrados por Jan *et al.* (2021) e Murube *et al.* (2021) 14,64 – 104,08 mg kg⁻¹ e 5.1 – 77.7 mg kg⁻¹, respectivamente.

Em relação à concentração de Fe, foi obtida média geral das cultivares de 109,94 mg kg⁻¹, os valores variaram entre 100,36 – 119,52 mg kg⁻¹. No entanto, Rufatto (2021), Palčić *et al.* (2018), Silva *et al.* (2020), Lima *et al.* (2021), Ghanbari *et al.* (2013) e El-siyad; Hassan (2014), obtiveram concentrações que

estiveram entre 21,12 – 49,72 mg kg⁻¹, 63,75-75,77 mg kg⁻¹, 49,25 – 58,77 mg kg⁻¹, 14.43 – 27.33 mg kg⁻¹, 56,95 – 84,17 mg kg e 38,6 – 57,8 mg kg⁻¹, respectivamente, números bem menores ao encontrado nesta pesquisa (Tabela 6).

Tabela 6 – Resultados obtidos para concentração de Zinco (Zn) e Ferro (Fe) dos grãos de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) levando em consideração diferentes estudos realizados em diferentes formas de manejo.

Autores	Ano	Zn (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	manejo	Trat.	Nº de cult.
Tagliatella*	2023	23,26 – 42,62	100,3 – 119,5	Og	C/ e s/	8
Silva <i>et al.</i>	2020	31,08 – 33,26	49,25 – 58,77	Cv	D/H	1
Delfini <i>et al.</i>	2020	32,81 – 34,73	66,01 – 76,85	Cv	D/A	1.512
Moyib <i>et al.</i>	2015	16,88 – 45,48	82,80 – 166,3	Cv	-	6
Murube <i>et al.</i>	2021	5,100 – 77,70	55,40 – 176,1	Cg	-	25
Beebe	2011	23,26 – 42,62	8,300 – 89,00			
Yeken <i>et al.</i>	2018	19,74 – 66,68	48,98 – 182,4	Cv	-	20
Palčić <i>et al.</i>	2018	24,98 – 29,32	63,75 – 75,77	Cv	D/A	226
Gouveia <i>et al.</i>	2014	30,90 – 64,60	41,00 – 100,0	Og	-	59
Hassan	2014	26,20 – 51,20	38,60 – 57,80			
Nwadike <i>et al.</i>		-----	70,70 – 98,00			
Rufatto	2021	26,50 – 40,23	21,12 – 49,72	Og	-	13
Mesquita <i>et al.</i>	2007	36,67 – 63,90	73,83 – 126,9	Cv	-	21
Nguli <i>et al.</i>	2022	22,00 – 42,00	227,0 – 647,0			
Jan <i>et al.</i>	2021	14,64 – 104,08	80,50 – 180,5	Cg	-	109
Ribeiro		-----	71,37– 126,9			
Akond <i>et al.</i>	2011	22,00 – 50,00	8,900 – 112,9	Es	-	29
Izquierdo <i>et al.</i>	2018	16,00 – 57,00	28,00 – 114,0	-	-	7
Lima <i>et al.</i>	2021	12,11 – 26,69	14,43 – 27,33	Cv	-	14
Ghanbari <i>et al.</i>	2013	23,63 – 32,49	56,95 – 84,17	Cv	D/H	8
Blair <i>et al.</i>	2009	17,70 – 42,40	40,00 – 84,60	Cv	-	87
Paredes <i>et al.</i>	2009	27,90 – 40,70	68,90 – 152,4	Cv	-	50
Olivera <i>et al.</i>	2008	29,88 – 33,96	68,39 – 73,39			
Celmeli <i>et al.</i>	2018	25,03 – 35,41	-----	Es	-	15
Doria <i>et al.</i>	2012	-----	69,00 – 131,0	Cv	-	10

Man: Manejo; Trat: tratamento; Cult: número de cultivares. Og: orgânico; Cv: Convencional; INO: Inoculação; N/A: Níveis de Adubação; D/ES: Diferentes épocas de semeadura; DP: densidade de população; D/A: Diferentes ambientes, D/L: Distribuição longitudinal. *Valores obtidos no presente estudo. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023

Por conseguinte Oliveira *et al.* (2008) e Delfini *et al.* (2020) aferiram valores que variaram entre 68,39-73,39 mg kg⁻¹ e 66,01 – 76,85 mg kg⁻¹, respectivamente. Ambos autores apresentaram resultados inferiores ao constatado nessa pesquisa. No entanto, Mesquita *et al.* (2007), Akond *et al.* (2011), Izquierdo *et al.* (2018), Gouveia *et al.* (2014), Beebe (2011), Blair *et al.*

(2009), Nwadike *et al.* (2018) apresentaram médias semelhantes com valores variando entre 73,83 a 126,90 mg kg⁻¹, 8,9-112,9 mg kg⁻¹, 28-114 mg kg⁻¹, 41,0 – 100,0 mg kg⁻¹, 8,3 – 89 mg kg⁻¹, 40,0–84,6 mg kg⁻¹ e 70,7-98,0 mg kg⁻¹, respectivamente.

Para o Fe, maiores variações foram encontrados por Nguli *et al.* (2022), Jan *et al.* (2021), Ribeiro *et al.* (2012), Yeken *et al.* (2018), Moyib *et al.* (2015), Murube *et al.* (2021), Doria *et al.* (2012), Paredes *et al.* (2009) com valores de 227-647 mg kg⁻¹, 80,5 – 180,5 mg kg⁻¹, 71,37 – 126,90 mg kg⁻¹ e 48,98 – 182,45 mg kg⁻¹, 82,8 – 166,34 mg kg⁻¹, 55,4 – 176,1 mg kg⁻¹, 69,0-131 mg kg⁻¹ e 68,9 a 152,4 mg kg⁻¹, respectivamente.

Para o Mn foi encontrado uma média de 2,68 mg kg⁻¹. Com os valores variando entre 2,05 a 3,30 mg kg⁻¹. Variações semelhantes foram encontrados por Gouveia *et al.* (2014) e Nwadike *et al.*, (2018) com números que variaram entre 0,9 – 3,80 mg kg⁻¹ e 2,0 – 3,0 mg kg⁻¹ (Tabela 7). Valores maiores foram encontrados por Silva *et al.* (2020), Palčić *et al.* (2018) e Murube *et al.*, (2021) com médias que variaram entre 7,06 – 8,38 mg Kg⁻¹, 13,55-19,94 mg kg⁻¹ e 15,9 – 34,8 mg kg⁻¹ respectivamente. Por conseguinte, valores acima também foram encontrados por Yeken *et al.* (2018), Delfini *et al.* (2020), Moyib *et al.* (2015) e Beebe (2011) com concentrações que estiveram entre 7,46 – 27,25 mg kg⁻¹, 14,55 – 14,93 mg kg⁻¹, 5,4 – 60 mg kg⁻¹ e 4,4 – 29 mg kg, respectivamente.

A composição de Cu neste trabalho, apresentou uma diferença significativa em nível de 5% de probabilidade de erro ($p \leq 0,05$), diferente das demais variáveis que apresentaram uma diferença significativa em nível de 1% de probabilidade de erro ($p \leq 0,01$) de sendo que a média variou de 27,41 mg kg⁻¹. Variações menores foram aferidas por Silva *et al.* (2020) com valores que estiveram entre 3,97 – 4,95 mg kg⁻¹ (Tabela 7). No trabalho realizado por Rufatto (2021), Delfini *et al.* (2020), Moyib *et al.* (2015), Murube *et al.* (2021), Beebe (2011) também foram encontrados valores semelhantes que variaram de 10,46-14,94 mg kg⁻¹, 10,27 – 10,51 mg kg⁻¹, 5,16-12,9 mg kg⁻¹, 7,0 – 16,5 mg kg⁻¹ e 1,8 – 14 mg kg⁻¹. Também, foram obtidos valores semelhantes por Jan *et al.* (2021) com médias variando entre 0,9 – 13,4 mg kg⁻¹ e Yeken *et al.* (2018) com concentrações que variaram entre 7,80-14,80 mg kg⁻¹. Por conseguinte, a pesquisa feita por Mesquita *et al.* (2007) constataram valores que variaram entre 11,37-16,67 mg kg⁻¹. Valores superiores foram encontrados por Nguli *et al.* (2022) e Ribeiro *et al.*

(2012) com médias que estiveram entre 17 – 28 mg kg⁻¹ e 14.93 – 28.90 mg kg⁻¹, respectivamente

Tabela 7 – Resultados obtidos para concentração de Manganês (Mn) e Cobre (Cu) dos grãos de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) levando em consideração diferentes estudos realizados em diferentes formas de manejo.

Autores	Ano	Mn (mg kg⁻¹)	Cu (mg kg⁻¹)	manejo	Trat.	Nº de cult.
Tagliatella	2023	2,050 – 3,300	27,41	Og	C/ e s/	8
Silva <i>et al.</i>	2020	7,060 – 8,380	3,970 – 4,950	Cv	D/H	1
Delfini <i>et al.</i>	2020	14,55 – 14,93	10,27 – 10,51	Cv	D/A	1.512
Moyib <i>et al.</i>	2015	5,400 – 60,00	5,160 – 12,90	Cv	-	6
Murube <i>et al.</i>	2021	15,90 – 34,80	7,000 – 16,50	Cg	-	25
Beebe	2011	4,400 – 29,00	1,800 – 14,00			
Yeken <i>et al.</i>	2018	7,460 – 27,25	7,800 – 14,80	Cv	-	20
Palčić <i>et al.</i>	2018	13,55 – 19,94	-----	Cv	D/A	226
Gouveia <i>et al.</i>	2014	0,9 – 3,80	-----	Og	-	59
Nwadike <i>et al.</i>		2.0 – 3.0	-----			
Jocelaide	2021	-----	10,46 – 14,94	Og	-	13
Mesquita	2007	-----	11,37 – 16,67	Cv	-	21
Nguli <i>et al.</i>	2022	-----	17,00 – 28,00			
Jan <i>et al.</i>	2021	-----	0,900 – 13,40	Cg	-	109
Ribeiro		-----	14,93 – 28,90			

Man: Manejo; Trat: tratamento; Cult: número de cultivares. Og: orgânico; Cv: Convencional; INO: Inoculação; N/A: Níveis de Adubação; D/ES: Diferentes épocas de semeadura; DP: densidade de população; D/A: Diferentes ambientes, D/L: Distribuição longitudinal. *Valores obtidos no presente estudo. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023

4.2 Análise da composição química parte aérea

Para as variáveis não houve interação significativa entre com inoculação ou sem inoculação e as cultivares, na análise de variância da composição mineral do feijão, indicando que para essas variáveis a combinação de inoculante com o tipo de cultivares não gera um efeito adicional em relação ao efeito individual dos fatores (Tabela 8). No entanto, houve diferença significativa em nível de 5% de probabilidade de erro, entre as cultivares para as variáveis: potássio (K %), zinco (Zn mg kg⁻¹), cobre (Cu mg kg⁻¹), e manganês (Mn mg kg⁻¹). Para a composição de N, P, Ca, Mg e Fe presente na parte foliar do feijão, as cultivares não apresentaram diferença significativa.

Para a variável potássio (K %) (Tabela 9), as maiores médias foram obtidas pelas cultivares IPR Tangará e SCS-206 Potência. Para as variáveis: zinco (Zn mg Kg⁻¹), cobre (Cu mg kg⁻¹) e manganês (Mn mg kg⁻¹) as maiores médias foram

observadas ao se utilizar as cultivares IPR Tangará, SCS-206 Potência, BRS Campeiro e SCS Predileto.

Tabela 8 – Resumo da análise da variância do experimento bifatorial (Cultivares x C/ ou S/ inoculação) no delineamento blocos ao acaso, na análise da parte foliar de oito cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) para as variáveis: nitrogênio (N %), fósforo (P %), potássio (K %), cálcio (Ca %), magnésio (Mg %), zinco (Zn mg Kg⁻¹), cobre (Cu mg Kg⁻¹), ferro (Fe mg Kg⁻¹) e manganês (Mn mg Kg⁻¹). Conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.

FV	GL	Macronutrientes					Micronutrientes			
		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn
Blocos	3	0.0945 ₉	0.0538	1.788 ₈	0.8293	0.062 ₂	345.27	112.60	29488	470.95
Cultivares (D)	7	0.0164 _{5 ns}	0.0218 _{ns}	1.863 _{3 *}	0.7203 _{ns}	0.026 _{ns}	279.33 _*	68.8 _*	18815 _{ns}	346.21 _*
Inoculação (A)	1	0.0361 _{ns}	0.0064 _{ns}	0.090 _{ns}	0.0060 _{ns}	0.004 _{ns}	31.781 _{ns}	24.2 _{ns}	18520 _{ns}	0.3751 _{ns}
DXA	7	0.1273 _{ns}	0.0012 _{ns}	0.305 _{ns}	0.2623 _{ns}	0.026 _{ns}	40.423 _{ns}	26.6 _{ns}	16765 _{ns}	73.126 _{ns}
Erro	45	0.0992	0.0100	0.693	0.3704	0.058	105.23	24.7	92539	113.40
Média geral	-	3.4859	0.4631	4.208	3.6590	1.364	48.139	19.6	3254.7	23.920
CV (%)	-	9.0376	21.657	19.79	16.634	17.67 ₁	21.309	25.4	93.463	44.520

**Significativo em nível de 1% de probabilidade de erro. * significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. ^{ns} não significativo em nível de % de probabilidade de erro; FV: Fonte de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; CV (%): coeficiente de variação. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023

A composição do macro nutriente K (Tabela 9), foi maior para as cultivares SCS-206 Potência (4,69 g 100g⁻¹), IPR Urutau (4,95 g 100g⁻¹) e BRSMG Realce (4,56 g 100g⁻¹). No entanto, para as demais cultivares, foram inferiores e não houve diferença entre elas.

A concentração do nutriente Cu (Tabela 9) foi maior para as cultivares SCS-206 Potência (22,90 mg Kg⁻¹), BRS Campeiro (23,42 mg Kg⁻¹), SCS-204 Predileto (21,17 mg Kg⁻¹) e IPR Urutau (21,20 mg Kg⁻¹). As demais cultivares obtiveram valores inferiores e não significativos entre si.

Em relação a variável Mn (Tabela 9), as cultivares SCS-206 Potência (26,56 mg kg⁻¹), BRS Campeiro (29,95 mg kg⁻¹), SCS CHIC 61 (32,62 mg kg⁻¹), SCS-204 Predileto (23,46 mg kg⁻¹) e IPR Urutau (28,45 mg kg⁻¹) obtiveram as maiores médias.

Tabela 9 – Comparação de médias de oito cultivares com e sem inoculação de *Rhizobium tropici* para as variáveis: nitrogênio (N %), fósforo (P %), potássio (K %), cálcio (Ca %), magnésio (Mg %), cobre (Cu mg Kg⁻¹), ferro (Fe mg Kg⁻¹) e manganês (Mn mg Kg⁻¹), na análise da parte aérea. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.

Cultivares	Variáveis								
	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn
SCS-206 Potência	3,50	0,47	4,7 a	3,81	1,37	54,52 a	22,90 a	5818	26,56 a
BRS Estilo	3,4	0,49	4,11b	3,4	1,40	45,21 b	16,57 b	1141	14,25 b
BRS Campeiro	3,5	0,52	3,7 b	3,96	1,37	52,78 a	23,42 a	4631	29,95 a
CHIC61	3,46	0,40	3,7 b	3,66	1,29	41,37 b	16,52 b	2414	32,62 a
SCS-204 Predileto	3,46	0,42	3,76 b	3,50	1,31	49,31 a	21,17 a	4083	23,46 a
IPR Urutau	3,44	0,54	4,95 a	4,06	1,36	56,37 a	21,20 a	4675	28,45 a
IPR Tangará	3,5	0,44	4,17 b	3,71	1,47	42,17 b	16,70 b	1483	17,70 b
BRSMG Realce	3,5	0,41	4,56 a	3,15	1,33	43,35 b	17,97 b	2589	18,36 b

* Médias seguidas por mesma letra, na vertical, não diferem pelo teste de Scott- Knott, em nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023.

Na análise da parte aérea, o nutriente nitrogênio (N) não apresentou diferença de forma significativa entre as oito cultivares, foi obtida uma média de 3,48 g 100g⁻¹, e houve uma variação de valores entre 3,17-3,79 g 100g⁻¹. Valores menores foram encontrados na bibliografia, isto foi descrito por pesquisadores como Ibrahim; Ramadan (2015) e Job *et al.*, (2013) que encontraram média de 2,12-2,13 g 100g⁻¹ e 2,25-2,94 g 100g⁻¹, respectivamente (Tabela 10). Como também, Almeida; Soratto (2014), Santos *et al.* (2011) e Ghanbari *et al.*, (2013) relataram valores que variaram entre 2,82-3,0 g 100g⁻¹, 2,35-2,85 g 100g⁻¹ e 1,69-2,47 g 100g⁻¹, respectivamente. O valor obtido está de acordo ao estipulado por alguns pesquisadores, por exemplo, Júnior *et al.*, (2011) aferiram médias de 3,42-4,23 g 100g⁻¹, por conseguinte Leal; Prado (2008) encontraram números que estiveram entre 3,46-3,79 g 100g⁻¹, como também Moreira *et. al.* (2013) expuseram valores entre 3,59-3,94 g 100g⁻¹. Outros autores, conseguiram valores um pouco acima ao encontrado nesta pesquisa, Guidolin (2018) e Araujo (2008), por exemplo, expuseram médias que variaram entre 2,85-4,98 g 100g⁻¹ e 3,76-4,76 g 100g⁻¹, respectivamente. No entanto, alguns autores que relataram valores maiores ao encontrado nesta pesquisa, por exemplo, Monqueiro (2021) expuseram médias entre 4,10-6,40 g 100g⁻¹, por conseguinte, Mesquita *et al.*, (2012) e Frasca *et al.* (2018) obtiveram valores que variaram entre 5,00-6,78 g

100g⁻¹ e 4,30-5,09 g, respectivamente, como também, Oliveira, (2016) encontraram médias que estiveram entre 2,88–8,32 g 100g⁻¹.

Não houve diferença significativa entre as cultivares para a variável fósforo (P), apresentando média de 0,46 g 100g⁻¹. Os valores variaram entre 0,36-0,56 g 100g⁻¹. Tomando como referência os valores da tabela 10 para esta variável, pode-se classificar as médias obtidas como adequadas. Concentrações inferiores ao encontrado foi verificado por *Moreira et al.*, (2013) e Santos et al., (2011) que encontraram valores que variaram entre 0,22-0,27 g 100g⁻¹ e 0,07-0,10 g 100g⁻¹, respectivamente. Em pesquisas realizadas por Frasca *et al.* (2018) e Almeida; Soratto, (2014) os resultados estiveram entre 0,29-0,39 g 100g⁻¹ e 0,22-0,25 g 100g⁻¹, respectivamente. Como também Job *et al.*, (2013), Júnior *et al.*, (2011) e Ibrahim; Ramadan, (2015) constataram concentrações que estiveram entre 0,26-0,35 g 100g⁻¹, 0,17-0,18 g 100g⁻¹ e 0,15-0,16 g 100g⁻¹, respectivamente. O valor obtido está de acordo ao estipulado por alguns pesquisadores, por exemplo, (Leal; Prado, 2008) aferiram médias entre 0,34-0,43 g 100g⁻¹, e por seguinte Araujo (2008) de 0,38-0,47 g 100g⁻¹. Monqueiro (2021) e Mesquita *et al.* (2012) obtiveram resultados que ficaram entre 0,34-0,63 g 100g⁻¹ e 0,32-0,68 g 100g⁻¹, respectivamente, superiores aos obtidos neste trabalho.

Ao analisar o teor de K nas sementes, constatou-se que houve diferença significativa em nível de 5% de probabilidade de erro ($p \leq 0,05$). Foi observada a média de 4,20 g 100g⁻¹, sendo que os valores variaram entre 3,38-5,02 g 100g⁻¹. As médias obtidas estiveram superior a outras pesquisas (Tabela 10). No entanto, Mesquita *et al.* (2012), Moreira et (2013) e Almeida; Soratto, (2014) obtiveram teores entre 1,76-3,24 g 100g⁻¹, 1,33-1,61 g 100g⁻¹ e 1,42-1,63 g 100g⁻¹, respectivamente, *et al.*, que são valores abaixo ao encontrado nesta pesquisa. Como também, valores inferiores foram aferidos por Santos *et al.* (2011), (Leal; Prado, 2008) e Frasca *et al.*, (2018) com concentrações que variaram entre 1,08-1,36 g 100g⁻¹, 2,67-3,69 g 100g⁻¹ e 1,87-2,52 g 100g⁻¹. Por conseguinte, Job *et al.* (2013), Júnior *et al.*, (2011), Lopes *et al.*, (2016) e Ibrahim; Ramadan (2015) aferiram valores que estiveram entre 2,35-2,65 g 100g⁻¹, 2,52-3,11 g 100g⁻¹, 1,65-2,05 g 100g⁻¹ e 2,10-2,11 g 100g⁻¹. No entanto, a bibliografia relata que foram descritos valores acima ao encontrado nessa dissertação, por exemplo, Araújo (2008) obteve médias entre 3,38-4,83 g 100g⁻¹.

Tabela 10 – Resultados obtidos para concentração de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) da parte aérea de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) levando em consideração diferentes estudos realizados em diferentes formas de manejo.

Autores	Ano	N (g 100g⁻¹)	P (g 100g⁻¹)	K (g 100g⁻¹)	man ejo	Trat.	Nº de cult.
Tagliatella*	2023	3,17-3,79	0,36-0,56	3,38-5,02	Og	C/ e s/	8
Araújo	2008	3,76-4,76	0,38-0,47	3,38-4,83	Cv	INO	6
Mesquita <i>et al.</i>	2012	5,00-6,78	0,32-0,68	1,76-3,24	-	-	1
Santos <i>et al.</i>	2011	2,35-2,85	0,07-0,10	1,08-1,36	Cv	N/A	2
Leal e Prado	2008	3,46-3,79	0,34-0,43	2,67-3,69	Es	ON	1
Frasca <i>et al.</i>	2018	4,30-5,09	0,29-0,39	1,87-2,52			
Almeida e Soratto	2014	2,82-3,0	0,22-0,25	1,42-1,63	Es	N/B e INO	1
Job <i>et al.</i>	2013	2,25-2,94	0,26-0,35	2,35-2,65	Cv	N/A	3
Júnior <i>et al.</i>	2011	3,42-4,23	0,17-0,18	2,52-3,11	Og e Cv	N/A	2
Moreira <i>et al.</i>	2013	3,59-3,94	0,22-0,27	1,33-1,61			
Monqueiro	2021	4,10-6,40	0,34-0,63	---	Cv	-	1
Lopes <i>et al.</i>	2016	---	---	1,65-2,05	Cv	N/A e INO	1
Ibrahim	2015	2,12-2,13	0,15-0,16	2,10-2,11	Cv	D/ES	1
Ghanbari <i>et al.</i>	2013	1,69-2,47	---	---	Cv	N/I	8
Guidolin	2018	2,85-4,98	---	---	Es	N/A	-
Oliveira	2016	2,88-8,32	---	---	Cv	-	1

Man: Manejo; Trat: tratamento; Cult: número de cultivares. Og: orgânico; Cv: Convencional; INO: Inoculação; N/A: Níveis de Adubação; D/ES: Diferentes épocas de semeadura; DP: densidade de população; D/A: Diferentes ambientes, D/L: Distribuição longitudinal. *Valores obtidos no presente estudo. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023

Com relação ao Ca, não houve diferença significativa, a média foi aferida em 3,65 g 100g⁻¹, sendo que os valores estiveram entre 3,05-4,25 g 100g⁻¹. Silveira *et al.* (2020), Araújo (2008) e Mesquita *et al.*, (2012) por exemplo, encontraram concentrações menores que variam entre 1,22-1,61 g 100g⁻¹, 0,78-0,91 g 100g⁻¹ e 1,00-1,87 g 100g⁻¹, respectivamente (Tabela 11). Por conseguinte, Moreira *et al.* (2013), Santos *et al.*, (2011) e Leal; Prado, (2008) obtiveram teores que de 1,04-1,24 g 100g⁻¹, 2,35-2,50 g 100g⁻¹ e 2,62-2,79 g 100g⁻¹, respectivamente, que são valores abaixo ao encontrado nesta pesquisa. Como também, Frasca *et al.*, (2018), Almeida; Soratto, (2014) e Job *et al.*, (2013) encontraram valores inferiores com médias que variaram entre 0,96-1,29 g 100g⁻¹, 0,57-1,94 g 100g⁻¹ e 1,08-1,47 g 100g⁻¹, respectivamente. No entanto, Monqueiro (2021) obteve valores maiores ao encontrado neste trabalho que variaram entre 1,35-3,15 g 100g⁻¹.

Na análise da composição química da parte aérea do feijão com relação ao nutriente Mg, foi obtida uma média de 1,36 g 100g⁻¹. Os valores estiveram entre 1,13-1,59 g 100g⁻¹. Levando em consideração os níveis na tabela 11, as médias para esta pesquisa estiveram acima do relatado. Valores menores foram encontrados na bibliografia, isto foi descrito por pesquisadores como Araújo (2008), Mesquita *et al.* (2012) e Santos *et al.* (2011) que observaram médias entre 0,32-0,52 g 100g⁻¹, 0,35-0,72 g 100g⁻¹ e 1,01-1,33 g 100g⁻¹, respectivamente. Como também, (Leal; Prado, 2008), Frasca *et al.* (2018) e (Almeida; Soratto, 2014) relataram valores que variaram entre 0,42-0,49 g 100g⁻¹, 0,38-0,52 g 100g⁻¹ e 0,39-0,48 g 100g⁻¹, respectivamente. Por conseguinte, Job *et al.* (2013) e (Júnior *et al.*, 2011) aferiram valores que estiveram entre 0,26-0,33 g 100g⁻¹ e 0,24-0,29 g 100g⁻¹, respectivamente. No entanto, a bibliografia relata que foram descritos valores acima ao encontrado nessa dissertação, por exemplo, Moreira *et al.*, (2013) obteve médias entre 1,67-1,97 g 100g⁻¹.

Tabela 11 – Resultados obtidos para concentração de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) da parte aérea de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) levando em consideração os estudos realizados em diferentes formas de manejo.

Autores	Ano	Ca (g 100g⁻¹)	Mg (g 100g⁻¹)	manejo	Trat.	Nº de cult.
Tagliatella*	2023	3,05-4,25	1,13-1,59	Og	C/ e s/	8
Araújo <i>et al.</i>	2008	0,78-0,91	0,32-0,52	Cv	INO	6
Mesquita <i>et al.</i>	2012	1,00-1,87	0,35-0,72	-	-	1
Santos <i>et al.</i>	2011	2,35-2,50	1,01-1,33	Cv	N/A	2
Leal e Prado	2008	2,62-2,79	0,42-0,49	Es	ON	1
Frasca <i>et al.</i>	2018	0,96-1,29	0,38-0,52			
Almeida e Soratto	2014	0,57-1,94	10,39-0,48	Es	N/B e INO	1
Job <i>et al.</i>	2013	1,08-1,47	0,26-0,33	Cv	N/A	3
Júnior <i>et al.</i>	2011	---	0,24-0,29	Og e Cv	N/A	2
Moreira <i>et al.</i>	2013	1,04-1,24	1,67-1,97			
Silveira <i>et al.</i>	2020	1,22-1,61	---	Cv	DL	1
Monqueiro	2021	1,35-3,15	---	Cv	-	1

Man: Manejo; Trat: tratamento; Cult: número de cultivares. Og: orgânico; Cv: Convencional; INO: Inoculação; N/A: Níveis de Adubação; D/ES: Diferentes épocas de semeadura; DP: densidade de população; D/A: Diferentes ambientes, D/L: Distribuição longitudinal. *Valores obtidos no presente estudo. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023

Foi observada uma média de 48,13 mg kg⁻¹ para o Zn, com valores entre 37,88-58,38 mg kg⁻¹. Os resultados são próximos ao relatado na literatura, (Tabela 12). Porém, uma menor variação foi observada por (Nguli *et al.*, 2022), (Leal; Prado, 2008), Frasca *et al.*, (2018), com valores entre 23-31 mg kg⁻¹,

23,38-28,62 mg kg⁻¹ e 31,14-40,86 mg kg⁻¹, respectivamente. Nas pesquisas realizadas por Almeida; Soratto, (2014) e Santos; Soratto; Fernandes, (2013) também foram observados valores menores que variaram entre 17,41-19,59 mg kg⁻¹ e 28,43-33,57 mg kg⁻¹, respectivamente. Por conseguinte, Araujo (2008) e Gomes (2015) ao analisarem o teor deste nutriente em grãos de feijão, obtiveram valores que variaram entre 46,94-61,76 mg kg⁻¹ e 43,05-60,05 mg kg⁻¹, resultados semelhantes ao constatado nesta pesquisa. Porém valores superiores foram encontrados por Mesquita *et al.*, (2012) e Monqueiro, (2021) com médias que variaram entre 29-93 mg kg⁻¹ e 100-176 mg kg⁻¹, respectivamente.

Tabela 12 – Resultados obtidos para concentração de zinco (Zn) e cobre (Cu) dos grãos de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) levando em consideração diferentes estudos realizados em diferentes formas de manejo.

Autores	Ano	Zn	Cu	manejo	Trat.	Nº de cult.
Tagliatella*	2023	37,88-58,38	14,59-24,51	Og	C/ e s/	8
Araujo	2008	46,94-61,76	29,8-45,7	Cv	INO	6
Mesquita <i>et al.</i>	2012	29-93	5,0-12,0	-	-	1
Santos <i>et al.</i>	2011	28,43-33,57	7,38-8,62	Cv	N/A	2
Leal e Prado	2008	23,38-28,62	---	Es	ON	1
Frasca <i>et al.</i>	2018	31,14-40,86	6,52-9,28	-	-	-
Almeida e Soratto	2014	17,41-19,59	7,18-8,42	Es	N/B e INO	1
Monqueiro	2021	100-176	7,50-19,00	Cv	-	1
Nguli <i>et al.</i>	2022	23-31	7,2-8,8	Cv	D/A	4
Gomes	2015	43,05-60,05	---	Es	-	4

Man: Manejo; Trat: tratamento; Cult: número de cultivares. Og: orgânico; Cv: Convencional; INO: Inoculação; N/A: Níveis de Adubação; D/ES: Diferentes épocas de semeadura; DP: densidade de população; D/A: Diferentes ambientes, D/L: Distribuição longitudinal. *Valores obtidos no presente estudo. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023

Para a composição de Cu na parte aérea, a média foi de 19,55 mg kg⁻¹, variando no intervalo entre 14,59-24,51 mg kg⁻¹. As médias ficaram acima daqueles relatados na literatura (Tabela 12). Variações menores foram aferidas por Nguli *et al.*, (2022), Monqueiro (2021) e Mesquita *et al.*, (2012) com valores que variaram entre 7,2-8,8 mg kg⁻¹, 7,50-19,00 mg kg⁻¹ e 5,0-12,0 mg kg⁻¹, respectivamente. Valores abaixo ao encontrado nesta pesquisa também foram verificados por Frasca *et al.* (2018), Almeida; Soratto, (2014) e Santos; Soratto; Fernandes, (2013) com valores entre 6,52-9,28 mg kg⁻¹, 7,18-8,42 mg kg⁻¹ e 7,38-8,62 mg kg⁻¹, respectivamente. No entanto, resultados superiores foram

encontrados por Araujo (2008) com médias que estiveram entre 29,8-45,7 mg kg⁻¹, respectivamente.

Em relação ao Fe na parte aérea, foi obtida uma média de 3254 mg kg⁻¹. Este valor está acima do relatado na literatura (Tabela 13). Nguli et al., (2022), Martínez-zavala et al. (2016) e Monqueiro (2021) obtiveram concentrações que estiveram entre 155-285 mg kg⁻¹, 272-278 mg kg⁻¹ e 160-225 mg kg⁻¹, respectivamente, números menores aos obtidos no presente estudo. Como também, valores inferiores foram aferidos por Araujo (2008), Gomes (2015) e Almeida; Soratto, (2014) com concentrações que variaram entre 159,74-238,5 mg kg⁻¹, BRS Estilo 43,11-59,99 mg kg⁻¹ e 24,93-27,87 mg kg⁻¹, respectivamente. Por conseguinte, valores menores foram encontrados por Santos; Soratto; Fernandes (2013) e Lopes et al., (2016) com médias que estiveram entre 175,17-272,83 mg kg⁻¹ e 108,04-146,4 mg kg⁻¹, respectivamente. Maiores variações foram encontradas por Mesquita et al., (2012) e Frasca et al. (2018) com números que variam entre 110-360 mg kg⁻¹ e 162,12-373,88 mg kg⁻¹, respectivamente.

Tabela 13 – Resultados obtidos para concentração de ferro (Fe) e manganês (Mn) da parte aérea de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) levando em consideração diferentes estudos realizados em diferentes formas de manejo.

Autores	Ano	Fe	Mn	manejo	Trat.	Nº de cult.
Tagliatella*	2023	3254	13,28-34,56	Og	C/ e s/	8
Araújo	2008	159,74-238,5	141,67-233,31	Cv	INO	6
Mesquita et al.	2012	110-360	26,0-185,0	-	-	1
Santos et al.	2011	175,1-272,8	76,2-95,8	Cv	N/A	2
Frasca et al.	2018	162,1-373,8	38,28-63,72			
Almeida e Soratto.	2014	24,93-27,87	15,5-18,3	Es	N/B e INO	1
Monqueiro	2021	160-225	346,50-436,50	Cv	-	1
Lopes et al.	2016	108,04-146,4	---	Cv	N/A e INO	1
Nguli et al.	2022	155-285	59-93	Cv	D/A	4
Martínez et al.	2016	272-278	---	Es	ON	1
Gomes	2015	43,11-59,99	---	Es	-	4

Man: Manejo; Trat: tratamento; Cult: número de cultivares. Og: orgânico; Cv: Convencional; INO: Inoculação; N/A: Níveis de Adubação; D/ES: Diferentes épocas de semeadura; DP: densidade de população; D/A: Diferentes ambientes, D/L: Distribuição longitudinal. *Valores obtidos no presente estudo. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023

Para o Mn a média observada foi de 23,92 mg kg⁻¹, com valores variando entre 13,28-34,56 mg kg⁻¹. Valores menores ao encontrado nesta pesquisa foram

expostos por Almeida; Soratto, (2014) que variaram entre 15,5-18,3 mg kg⁻¹ (Tabela 13). Por conseguinte, valores acima foram encontrados por Nguli *et al.*, (2022), Frasca *et al.* (2018) e Santos; Soratto; Fernandes (2013) com concentrações que estiveram entre 59-93 mg kg⁻¹, 38,28-63,72 mg kg⁻¹ e 76,2-95,8 mg kg⁻¹, respectivamente. Também valores maiores foram apresentados por (Araújo, 2008) com uma média variando entre 141,67-233,31 mg kg⁻¹, e Mesquita *et al.*, (2012) com média que estiveram entre 26,0-185,0 mg kg⁻¹. No entanto, valores muito superiores foi encontrado por Monqueiro (2021) com médias que variaram entre 346,50-436,50 mg kg⁻¹.

4.3 Análise dos componentes do rendimento

Para as variáveis NVP (número de vagens por planta), MGP (massa de grãos por planta), NGP (número de grãos por planta) e MCG (Massa de cem grãos) não houve interação significativa entre inoculação e as cultivares, indicando que para essas variáveis a combinação de inoculante com o tipo de cultivares não gera um efeito adicional em relação ao efeito individual dos fatores (Tabela 14). No entanto, houve diferença significativa em nível de 1% de probabilidade de erro ($p \leq 0,01$) entre as cultivares para as variáveis: NVP, NGP e MCG. Também houve diferença significativa em nível de 1% de probabilidade de erro ($p \leq 0,01$) entre inoculação e não inoculado para as variáveis: NVP, NGP e MGP.

As maiores médias foram observadas para o tratamento com inoculação nas variáveis NVP (número de vagens por planta), MGP (massa de grãos por planta), NGP (número de grãos por planta). Para a variável MCG (massa de cem grãos) não houve diferença significativa para o tratamento com inoculação e sem inoculação pelo teste de Tukey (Tabela 15).

Na tabela 16, estão apresentadas as análises de agrupamento de médias entre cultivares para os componentes do rendimento. Para as variáveis NVP (número de vagens por planta), MGP (massa de grão por planta (g)) e NGP (número de grãos por planta) as maiores médias foram observadas ao se utilizar a cultivar SCS-206 Potência. Para a variável MCG (Massa de cem grãos), a maior média foi observada ao se utilizar a cultivar BRSMG Realce.

Tabela 14 – Resumo da análise de variância do experimento bifatorial (Cultivares x C/ e S/ inoculação de sementes com *R. tropici*) no delineamento blocos ao acaso, para as variáveis NVP (número de vagens por planta), MGP (massa de grão por planta), MCG (massa de cem grãos) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.

Causas de variação	GL	Quadrado Médio			
		NVP	MGP	NGP	MCG
Cultivares (D)	7	57.45274 **	20.59752 ns	2270.05854 **	95.36360 **
Inoculação (A)	1	61.4852 **	105.57563 **	1508.73981 **	0.52020 ns
Inoculação x Cultivares	7	2.16192 ns	12.11425 ns	130.12252 ns	1.82384 ns
Blocos	3	6.46852	43.53181	324.03976	13.27849
Erro	45	3.02905	7.84343	92.53657	2.15961
Média geral	-	17.7	16.5	81.0	21.1
CV (%)	-	9.81	16.95	11.87	6.96

**Significativo em nível de 1% de probabilidade de erro. * significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. ^{ns} não significativo em nível de % de probabilidade de erro. GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; CV (%): coeficiente de variação. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023.

Tabela 15 – Médias com inoculante e sem inoculante (níveis do fator A) para a variável NVP (número de vagens por planta), MGP (massa de grão por planta), NGP (número de grãos por planta) e MCG (Massa de cem grãos) no delineamento blocos ao acaso, conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.

Épocas de semeadura	Variáveis			
	NVP	MGP	NGP	MCG
Com inoculação	18.71063 a	17.79969 a	85.90344 a	21.1925 a
Sem inoculação	16.75031 b	15.23094 b	76.19281 b	21.01219 a

* Médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023.

Para a NVP (número de vagens por planta), a cultivar SCS-206 Potência apresentou a maior média (22,48), sendo superior as demais cultivares. As cultivares IPR Tangará e BRSMG Realce apresentaram menores médias, (15,01) e (14,75) respectivamente.

Em relação a variável MGP (massa de grão por planta (g)), as cultivares: SCS-206 Potência (19,23), BRS Estilo (17,60) e BRS Campeiro (17,77) apresentaram médias superiores as demais, não diferindo estatisticamente entre si.

Tabela 16 – Comparação de médias de oito cultivares para as variáveis: NVP (número de vagens por planta), MGP (massa de grão por planta (g)), NGP (número de grãos por planta) e MCG (Massa de cem grãos), do experimento bifatorial (Com e sem inoculação x cultivares) no delineamento blocos ao acaso, conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.

Cultivares	Variáveis			
	NVP	MGP	NGP	MCG
SCS-206 Potência	22.4838 a	19.2325 a	110.5725 a	17.255 d
BRS Estilo	20.3688 b	17.6088 a	88.9313 b	19.7275 c
BRS Campeiro	18.945 b	17.7788 a	81.81 c	21.88 b
CHIC61	17.0225 c	14.1525 b	70.1325 d	21.6013 b
SCS-204 Predileto	16.8038 c	15.925 b	91.7513 b	17.5938 d
IPR Urutau	16.455 c	16.0375 b	72.125 d	22.2075 b
IPR Tangará	15.0113 d	16.105 b	79.1225 c	20.2638 c
BRSMG Realce	14.7538 d	15.2825 b	53.94 e	28.29 a

* Médias seguidas por mesma letra, na vertical, não diferem pelo teste de Scott- knott, em nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023.

Com respeito ao NGP (número de grãos por planta), constatou-se que a cultivar SCS-206 Potência (110,57) obteve a maior média, sendo superiores as demais cultivares. As cultivares CHIC61 (70,13) e IPR Urutau (72,12) resultaram nos menores valores, não diferindo entre si

Para o MCG (Massa de cem grãos), a cultivar BRSMG Realce (28,29) apresentou a maior média, sendo superiores as demais cultivares SCS-206 Potência e SCS 204 Predileto apresentaram as menores médias, com 17,25 e 17,59 respectivamente, não diferindo entre si.

Na análise de componentes, a variável NVP (número de vagens por planta) apresentou diferença de forma significativa entre as oito cultivares, com média de 17,73 e variação de valores de 16 a 19,46. Considerando os dados da literatura (Tabela 17), Silveira; Nascente; Silva (2018), Salem. M.Al-amri (2021), Souza; Andrade; Muniz, (2003) e Cunha *et al.*, (2011) encontraram valores que estiveram entre 1,00 – 19,00, 10,13 – 11,21, 7,4 – 11,8 e 6,0 – 10,6, respectivamente, valores menores ao observado. Por conseguinte, David *et al.*, (2020), Pereira *et al.*, (2015), Valderrama *et al.*, (2009) também relataram resultados inferiores, com média entre 5,93 – 8,67, 4,54 – 8,32 e 5,82 – 8,68 respectivamente. Números semelhantes, ao encontrado nesta pesquisa, foram obtidos por

Carvalho *et al.*, (2017), Carvalho *et al.*, (2018) e Soratto *et al.*, (2017) onde os resultados estiveram entre 13,91 – 20,93, 13,98 – 21,82 e 14,28 – 18,72. Como também valores parecidos foram encontrados por Sabundjian *et al.*, (2013), Kläsener *et al.*, (2018) e Tumsa *et al.*, (2020) com medias que variaram entre 11,82 – 19,56, 12,47 – 19,73 e 8,5 – 18,46, respectivamente. Porém, na bibliografia, há valores que estão bem acima ao aferido nesta pesquisa, Oliveira *et al.*, (2018), Kamfwa; Cichy; Kelly, (2015) e Nkhata *et al.*, (2021) obtiveram resultados que ficaram entre 9,3 – 29, 3,3 – 28,0 e 12,32 – 25,62, respectivamente.

Não houve diferença significativa entre as cultivares para a variável massa de grãos por planta (MGP). Os valores variaram entre 13,72 a 19,3. David *et al.*, (2020), encontraram concentrações semelhantes que variam entre 14,86 – 18,74. No entanto, Kamfwa; Cichy; Kelly, (2015) obtiveram teores de 3,4 – 25,8, que são valores um pouco superiores. No entanto, a bibliografia relata que foram relatados valores muito acima ao encontrado nessa pesquisa, por exemplo, Silveira; Nascente; Silva (2018) obtiveram médias entre 4,85 – 110,30, respectivamente.

Ao analisar NGP (número de grãos por planta), com média de 81,04, e valores entre 71,43 a 90,65. A literatura relata (Tabela 18) valores obtido por Silveira; Nascente; Silva (2018) David *et al.*, (2020) e Pereira *et al.*, (2015) com médias entre 3,00 – 78,00, 23,78 – 29,22 e 12,18 – 26,06 respectivamente. Variações menores também foram aferidas por Carvalho *et al.*, (2017), Kamfwa; Cichy; Kelly (2015) e Valderrama *et al.*, (2009) com valores entre 5,7 – 7,32, 11,5 – 69,2 e 25,2 – 39,3. No entanto Sabundjian *et al.*, (2013) apresentaram médias semelhantes ao encontrado nesta pesquisa, variando entre 60,62 – 102,28. Maiores variações foram encontradas por Oliveira *et al.*, (2018) com valores de 32,3 – 163,8.

Com relação a MCG (Massa de cem grãos), a média foi aferida em 21,10, sendo que os valores estiveram entre 19,64 a 22,56. Porém, uma menor variação foram relatadas na literatura (Tabela 18) por Valderrama *et al.*, (2009) com valores de 17,53 – 19,47. Salem. M. Al-amri, (2021) por exemplo, observou massas semelhantes que variaram entre 19,07 – 22,2. Valores superiores foram encontrados por Carvalho *et al.*, (2017), Souza; Andrade; Muniz, (2003), Carvalho *et al.*, (2018) e Cunha *et al.*, (2011) com médias entre 23,47 – 27,93, 23,96 – 26,86, 24,59 – 29,81 e 22,72 – 27,64 respectivamente. Maiores variações foram

encontradas por Soratto et al., (2017) Pereira *et al.*, (2015) e Sabundjian *et al.*, (2013) com valores de 27,06 – 30,14, 23,03 – 32,05 e 24,15 – 29,51 respectivamente. No entanto, alguns pesquisadores obtiveram valores muito superiores ao encontrado, por exemplo, Kamfwa; Cichy; Kelly, (2015) e David *et al.*, (2020) verificaram médias de 16,1 – 70,3 e 56,13 – 72,37 respectivamente.

Tabela 17 – Resultados obtidos para componentes de rendimento número de vagem por planta (NVP) e massa de grãos por planta (MGP) feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) levando em consideração diferentes estudos realizados em diferentes formas de manejo.

Autores	Ano	NVP	MGP	Cult.	Man.	Trat.
Tagliatella*	2023	16 - 19,46	13,72 a 19,3	8	Og	INO
Valderrama <i>et al.</i>	2009	5,82 – 8,68	--	1	Cv	N / A
Salem <i>et al.</i>	2021	10,13– 11,21	--			
Carvalho <i>et al.</i>	2017	13,91– 20,93	--	5	Cv	D/ ES
Souza <i>et al.</i>	2003	7,4 – 11,8	--			N/A, D/ES, DP
Carvalho <i>et al.</i>	2018	13,98– 21,82	--	2	Cv	
Cunha <i>et al.</i>	2011	6,0 – 10,6	--	1	Cv	N/A D/ES
Soratto <i>et al.</i>	2017	14,28– 18,72	--	1	Cv	N/A
Pereira <i>et al.</i>	2015	4,54 – 8,32	--	2	Cv	D/P e N/A
Sabundjian <i>et al.</i>	2013	11,82– 19,56	--	1	Og	N/A e INO
Kamfwa	2015	3,3–28,0	3,4 – 25,8	1	Cv	---
David <i>et al.</i>	2020	5,93 – 8,67	14,86 – 18,74	237	Cv	D/A
Silveira <i>et al.</i>		1,00 – 19,00	4,85 – 110,30	5	Es	---
Oliveira <i>et al.</i>	2018	9,3 – 29	--	1	Cv	DL
Kläsener <i>et al.</i>	2018	12,47– 19,73	---	1	Cv	---
Tumsa <i>et al.</i>	2020	8,5 – 18,46	---	26	Cv	D/ES
Nkhata <i>et al.</i>	2021	12,32– 25,62	---	110	Cv	D/A e D/ES
				99		D/A e D/ES

Man: Manejo; Trat: tratamento; Cult: número de cultivares. Og: orgânico; Cv: Convencional; INO: Inoculação; N/A: Níveis de Adubação; D/ES: Diferentes épocas de semeadura; DP: densidade de população; D/A: Diferentes ambientes, D/L: Distribuição longitudinal. *Valores obtidos no presente estudo. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023

Tabela 18 – Resultados obtidos para componentes de rendimento número de grãos por planta (NGP) e massa de cem grãos (MCG) em feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) levando em consideração diferentes estudos realizados em diferentes formas de manejo.

Autores	Ano	NGP	MCG	cultiva- res	manejo	Trata- mento
Tagliatella*	2023	71,43a 90,65	19,64-22,56	8	Og	INO
Valderrama <i>et al.</i>	2009	25,2 – 39,3	17,53– 19,47	1	Cv	N / A
Salem <i>et al.</i>	2021	---	19,07 – 22,2	5	Cv	D/ ES
Carvalho <i>et al.</i>	2017	---	23,47 – 27,93			
Souza <i>et al.</i>	2003	---	23,96 – 26,86	2	Cv	N/A, D/ES, DP
Carvalho <i>et al.</i>	2018	5,7 – 7,32	24,59 – 29,81			N/A
Cunha <i>et al.</i>	2011	---	22,72 – 27,64	1	Cv	D/ES
Soratto <i>et al.</i>	2017	---	27,06 – 30,14	1	Cv	N/A
Pereira <i>et al.</i>	2015	12,18– 26,06	23,03 – 32,05	2	Cv	D/P e N/A
Sabundjian <i>et al.</i>	2013	60,62 – 102,28	24,15 – 29,51	1	Og	N/A e INO
Kamfwa	2015	11,5 – 69,2	16,1 – 70,3	1	Cv	---
David <i>et al.</i>	2020	23,78– 29,22	56,13 – 72,37	237	Cv	D/A
Silveira <i>et al.</i>	2018	3,00 – 78,00	---	5	Es	---
Oliveira <i>et al.</i>	2018	32,3 – 163,8	---	1	Cv	DL
Kläsener <i>et al.</i>	2018	---	---	1	Cv	---
Tumsa <i>et al.</i>	2020	---	---	26	Cv	D/ES
Nkhata <i>et al.</i>	2021	---	---	110	Cv	D/A e D/ES
				99	Cv	D/A e D/ES

Man: Manejo; Trat: tratamento; Cult: número de cultivares. Og: orgânico; Cv: Convencional; INO: Inoculação; N/A: Níveis de Adubação; D/ES: Diferentes épocas de semeadura; DP: densidade de população; D/A: Diferentes ambientes, D/L: Distribuição longitudinal. *Valores obtidos no presente estudo. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023

4.4 Análise do percentual de germinação

No percentual de germinação das sementes colhidas a campo a partir de plantas oriundas de sementes inoculadas com *R. tropici*, houve interação significativa para os fatores cultivar, inoculação e interação cultivar x inoculação, indicando que para esta variável, a combinação do inoculante com cultivar gera um efeito adicional em relação ao efeito individual dos fatores para a análise de germinação (Tabela 19).

Tabela 19 – Graus de liberdade (GL) e quadrados médios (QM) da análise da variância do experimento bifatorial (Cultivares x com e sem inoculação) de oito cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no delineamento inteiramente casualizado, para a variável germinação conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.

Causas de Variação	GL	QM
		Germinação
Blocos	3	102.125
Cultivares (D)	7	719.214 **
Inoculação (A)	1	517.562 *
Inoculação x Cultivares	7	305.669 **
Erro	45	87.280
Média geral	-	69.437
CV (%)	-	13.454

**Significativo em nível de 1% de probabilidade de erro. * significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. ^{ns} não significativo em nível de % de probabilidade de erro. GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; CV(%): coeficiente de variação. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023.

Na análise de agrupamento de médias (Tabela 20), as cultivares que apresentaram o melhor desempenho quando não houve inoculação, foram SCS-206 Potência, SCS-204 Predileto, IPR Urutau, BRS Estilo e IPR Tangará. A menor porcentagem de germinação foi verificada para a cultivar BRSMG Realce, SCS CHIC 61 e BRS Campeiro. Entre as que foram inoculadas, a cultivar BRS Campeiro teve apresentou o melhor desempenho diferindo estatisticamente em relação as demais. A cultivar BRSMG Realce, foi a que obteve menor desempenho, sendo inferior as demais.

Tabela 20 – Análise de agrupamento de médias de oito cultivares para germinação de sementes (%) no delineamento blocos ao acaso, conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco – PR, 2023.

Cultivares	Germinação (%)	
	S/ Inoculação	C/ inoculação
SCS-204 Predileto	65.2500 aB	80.2500 bA
SCS-206 Potência	81.5000 aA	74.0000 bA
IPR Urutau	75.2500 aA	65.2500 cB
BRSMG Realce	50.5000 bA	51.0000 dA
SCS CHIC 61	58.5000 bB	70.7500 cA
BRS Estilo	67.5000 aA	75.7500 bA
IPR Tangará	65.7500 aA	65.7500 cA
BRS Campeiro	68.5000 bB	95.5000 aA

* Médias seguidas por mesma letra, na vertical, não diferem pelo teste de Scott- Knott, em nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas por mesma letra maiúscula na horizontal não diferem pelo de Duncan a 5% de probabilidade de erro. Fonte: TAGLIATELLA, E., 2023.

A variação no percentual de germinação foi 50,06 até 81,5% no tratamento não inoculado, e de 51 a 95,5% no tratamento inoculado. O valor obtido está de acordo com o relatado na literatura por alguns pesquisadores. Solares et al.,

(2021), por exemplo, encontraram valores que variaram entre 63% até 88%. Por conseguinte, (Mondo; Nascente; Neto, 2016) e Kouam et al.,(2017) obtiveram valores que variaram entre 71 até 69% e 50,7 até 63,06%, respectivamente.

Alguns estudos obtiveram valores superiores ao encontrado, (SOLINO *et al.*, 2020), (ZUCARELI *et al.*, 2015), (WU *et al.*, 2021), e (COKKIZGIN, 2012), por exemplo, verificaram médias que variaram de 90,66 até 96,34%, 87 até 91%, 66,67 até 100% e 60 até 90%, respectivamente. Como também, valores altos foram encontrados por Campos Silva *et al.*, (2008), Amaro *et al.*, (2015) e Padilha; Coelho; Ehrhardt-Brocardo (2021) com médias que variaram entre 42.4 até 100%, 26,45 até 99,55%, e 85% até 91%, respectivamente.

5 CONCLUSÃO

A inoculação com *R. tropici* sob manejo orgânico não apresenta efeito na composição química mineral de grãos e parte aérea, também não apresenta efeito nos componentes do rendimento. Para estas variáveis são observadas diferenças entre as cultivares.

Para a composição química mineral nos grãos destacam-se: Para N, P e K, a cultivar IPR Tangará; para Ca, Mg e Mn, a cultivar SCS-204 Predileto apresenta os maiores valores; para Zn SCS CHIC 61; para Fe, a cultivar SCS-206 Potência e para Cu, a cultivar BRSMG Realce.

Na composição química da parte aérea não há efeito da inoculação com *R. tropici*, as cultivares diferem entre si para: K, Zn, Cu, Fe, e Mn. Para K destacam-se SCS-206 Potência, IPR Urutau e BRSMG Realce. Para Zn, Cu, Fe e Mn, destacam-se SCS-206 Potência, SCS-204 Predileto, BRS Campeiro e IPR Urutau.

Para os componentes do rendimento destacam-se: para número de vagens por planta, massa e número de grãos por planta, a cultivar SCS 206 Potência; massa de grão por planta, a cultivar SCS-206 Potência (19,23g) apresenta o maior valor. Para massa de cem grãos, a cultivar BRSMG Realce (28,29) apresentou os maiores valores.

Para percentual de germinação, a inoculação de sementes com *R. tropici* no estabelecimento do experimento, apresenta interação significativa com as cultivares. As cultivares, SCS CHIC 61, SCS-204 Predileto, e BRS Campeiro apresentaram incremento na germinação quando obtidas a partir de plantas inoculadas. Entre as cultivares, BRS Campeiro apresenta melhor desempenho diferindo significativamente em relação as demais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As sementes geradas em sistema orgânico resultam em grãos com características nutricionais satisfatórias. A maior qualidade nutricional e organoléptica do feijoeiro está relacionada à vários fatores, dentre esses a escolha de cultivares é de extrema relevância, porque os diferentes genótipos podem expressar seus diferentes potenciais em condições pré-estabelecidas, em resposta aos estresses bióticos e abióticos. Ademais, as técnicas de manejo também influenciam na qualidade e composição dos grãos, visto que o desempenho da cultura está condicionado ao tipo de cultivo imposto para a planta. Portanto, seria importante a continuidade do projeto, em diferentes anos e condições ambientais.

REFERÊNCIAS

- AZZOLINI, Ben Hur; FORNER, Cassiano; GORCZYCA, Josemar Roberto; BERNARDI, Eduardo Anhaia; SILVEIRA, Edson Roberto. **Diferença no preço de produtos convencionais e orgânicos e o perfil socioeconômico do consumidor de orgânico**. Synergismus scyentifica UTFPR, v. 2, n. 1, p. 3, 2007.
- ANDRADE, B. N., PINHEIRO, J. F., OLIVEIRA, E. M. A importância da produção orgânica para a saúde humana e o meio ambiente. *Journal of Basic Education, Technical and Technological*. v.1, n.1, p. 227-233, 2017.
- ÁVILA, B. P., *et al.* Proteomic and physicochemical characteristics: The search for a quality profile of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) during long-term storage. *LWT - Food Science and Technology*, v. 133, p.1-7, 2020.
- AKOND, A. G. M., *et al.* Minerals (Zn, Fe, Ca and Mg) and antinutrient (phytic acid) constituents in common bean. *American Journal of Food Technology*, v. 6, n. 3, p. 235, 2011.
- ALVES, C. X., BEVILAQUA, G. A. P., SCHUCH, L. O. B., ANTUNES, I. F., EBERHARDT, P. E. R. Teor de Macro e Micronutrientes e Potencial Fisiológico de Sementes em genótipos Crioulo e Melhorado de Feijão. *Colloquium Agrariae*, v. 14, n. 1, p. 79-91, 2018.
- AKILLIOGLU, H. G.; KARAKAYA, S. Changes in total phenols, total flavonoids, and antioxidant activities of common beans and pinto beans after soaking, cooking, and in vitro digestion process. **Food Science and Biotechnology**, v. 19, n. 3, p. 633–639, 2010.
- ALTEMBURG, S. N.; SILVA, F. N. DA; ANDERSSON, F. DA S.; CALDAS, N. V.; BEZERRA, A. J. A. Valorização de saberes locais para o desenvolvimento da agricultura familiar em Rede de Referência. **Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata**, v. 112, n. 3, p. 73–81, 2013.
- ANGIOI, S. A.; RAU, D.; ATTENE, G.; *et al.* Beans in Europe: origin and structure of the European landraces of *Phaseolus vulgaris* L. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 121, n. 5, p. 829–843, 2010.
- ARNOLDI, A.; ZANONI, C.; LAMMI, C.; BOSCHIN, G. The Role of Grain Legumes in the Prevention of Hypercholesterolemia and Hypertension. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 34, n. 1–3, p. 144–168, 2015. Taylor & Francis.
- ASIF, M.; ROONEY, L. W.; ALI, R.; RIAZ, M. N. Application and Opportunities of Pulses in Food System: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 53, n. 11, p. 1168–1179, 2013. Taylor & Francis.
- AZADI, H.; SCHOONBEEK, S.; MAHMOUDI, H.; *et al.* Organic agriculture and sustainable food production system: Main potentials. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 144, n. 1, p. 92–94, 2011.

ÅGREN, G. I.; WETTERSTEDT, J. Å. M.; BILLBERGER, M. F. K. Nutrient limitation on terrestrial plant growth – modeling the interaction between nitrogen and phosphorus. **New Phytologist**, v. 194, n. 4, p. 953–960, 2012.

AKOND, A. S. M. G. M. *et al.* Minerals (Zn, Fe, Ca and Mg) and Antinutrient (Phytic Acid) Constituents in Common Bean. **American journal of food technology**, v. 6, n. 3, p. 235, 2011.

ARAÚJO, J. C. DE. **Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) para o sistema orgânico de produção**. text—[s.l.] Universidade de São Paulo, 11 ago. 2008.

ALMEIDA, A.; SORATTO, R. Teor e acúmulo de nutrientes no feijoeiro em função da aplicação de bioestimulante. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, p. 2259, 4 set. 2014.

BEEBE, S. Common bean breeding in the tropics. **Plant Breeding Reviews**, v. 36, p. 357–426, 2012. Wiley-Blackwell.

BORÉM, A., Melhoramento de Espécies Cultivadas. Editora UFV, v.2, n.2, p. 400 – 969, 2013.

BLAIR, M. W. *et al.* Inheritance of seed iron and zinc concentrations in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Molecular Breeding**, v. 23, n. 2, p. 197–207, 1 fev. 2009.

BINOTTI, F. F. S. *et al.* O efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.30, p.247- 254, 2008.

BUENO, Luíce Gomes *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de acessos de uma coleção nuclear de arroz. *Pesq. agropec. bras.* vol.47, n.2, pp.216-226. 2012. ISSN 0100-204X. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000200010>.

BRUNO, A. *et al.* Variety × environment × management interaction of diseases and yield in selected common bean varieties. *Agronomy Journal*, v. 109, n. 6, p. 2450-2462, 2017.

BERTOLDO, J. G.; PELISSER, A.; SILVA, R. P.; FAVRETO, R.; RADIN, B. Sensibilidade de genótipos de feijão ao estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 3, p. 36–50, 2019.

BITOCCHI, E.; BELLUCCI, E.; GIARDINI, A.; *et al.* Molecular analysis of the parallel domestication of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) in Mesoamerica and the Andes. **New Phytologist**, v. 197, n. 1, p. 300–313, 2013.

BITOCCHI, E.; NANNI, L.; BELLUCCI, E.; *et al.* Mesoamerican origin of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is revealed by sequence data. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 14, p. E788–E796, 2012. National Academy of Sciences.

BLAIR, M. W.; MEDINA, J. I.; ASTUDILLO, C.; *et al.* QTL for seed iron and zinc concentration and content in a Mesoamerican common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) population. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 121, n. 6, p. 1059–1070, 2010.

BOYE, J.; ZARE, F.; PLETCH, A. Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. **Food Research International**, Molecular, Functional and Processing Characteristics of Whole Pulses and Pulse Fractions and their Emerging Food and Nutraceutical Applications., v. 43, n. 2, p. 414–431, 2010.

BUEREN, E. T. L. VAN; JONES, S. S.; TAMM, L.; *et al.* The need to breed crop varieties suitable for organic farming, using wheat, tomato and broccoli as examples: A review. **NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 58, n. 3–4, p. 193–205, 2011. Taylor & Francis.

CALLES, T. Preface to special issue on leguminous pulses. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 127, n. 3, p. 541–542, 2016.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do solo**. 2. ed. Piracicaba: ESALQ, 221p. Acesso em: 27 abr. 2022.

CARVALHO, M. DA C. S. *et al.* Sowing time affecting the development of common bean cultivars in Lichinga, Province of Niassa, Mozambique. **Revista Ceres**, v. 64, p. 532–539, out. 2017.

CARVALHO, M. DA C. S. *et al.* Phosphorus and potassium fertilization increase common bean grain yield in Mozambique. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, p. 308–314, maio 2018.

CUNHA, P. C. R. DA *et al.* Nitrogen sources, forms of application and doses in irrigated common bean under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 1, p. 80–86, 2011.

CÁRDENAS, L. *et al.* Fast, transient and specific intracellular ROS changes in living root hair cells responding to Nod factors (NFs). **The Plant Journal**, v. 56, n. 5, p. 802–813, 1 dez. 2008.

CELMELI, T. *et al.* The Nutritional Content of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces in Comparison to Modern Varieties. **Agronomy**, v. 8, n. 9, p. 166, set. 2018.

CHÁVEZ-MENDOZA, C.; SÁNCHEZ, E. Bioactive Compounds from Mexican Varieties of the Common Bean (*Phaseolus vulgaris*): Implications for Health. **Molecules**, v. 22, n. 8, p. 1360, 2017. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

CHEN, P. X.; DUPUIS, J. H.; MARCONE, M. F.; *et al.* Physicochemical Properties and in Vitro Digestibility of Cooked Regular and Nondarkening Cranberry Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and Their Effects on Bioaccessibility, Phenolic Composition, and Antioxidant Activity. **Journal of Agricultural and**

Food Chemistry, v. 63, n. 48, p. 10448–10458, 2015. American Chemical Society.

CHIANU, JONAS. N.; NKONYA, E. M.; MAIRURA, F. S.; CHIANU, JUSTINA. N.; AKINNIFESI, F. K. Biological nitrogen fixation and socioeconomic factors for legume production in sub-Saharan Africa: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 31, n. 1, p. 139–154, 2011.

CRESPO-HERRERA, L. A.; ORTIZ, R. Plant breeding for organic agriculture: something new? **Agriculture & Food Security**, v. 4, n. 1, p. 25, 2015.

CRUZ-BRAVO, R. K.; GUEVARA-GONZALEZ, R.; RAMOS-GOMEZ, M.; *et al.* Fermented Nondigestible Fraction from Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivar Negro 8025 Modulates HT-29 Cell Behavior. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 2, p. T41–T47, 2011. John Wiley & Sons, Ltd.

CURRAN, J. The nutritional value and health benefits of pulses in relation to obesity, diabetes, heart disease and cancer. **British Journal of Nutrition**, v. 108, n. S1, p. S1–S2, 2012. Cambridge University Press.

CUNHA, Eurâimi de Queiroz; FERNANDO, Stone Luis; ALVES, Moreira José Aloísio; FERREIRA, Enderson Petrônio de Brito; DIDONET, Agostinho Dirceu; LEANDRO, Wilson Mozena. **Sistemas de Preparo do Solo e Culturas de Cobertura na**

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Série histórica das safras**. Brasília: Conab, Companhia Nacional de Abastecimento, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>. Acesso em: 20 abr. 2020.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília: [s.n.], 2020. p. 31-38. ISBN 2318-6852. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 19/4/2021.

CARBAS, B., *et al.* Prediction of Phytochemical Composition, In Vitro Antioxidant Activity and Individual Phenolic Compounds of Common Beans Using MIR and NIR Spectroscopy. *Food and Bioprocess Technology*, v. 13, p. 962-977, 2020.

CORZO-RÍOS, L. J., *et al.* Effect of cooking on nutritional and non-nutritional compounds in two species of *Phaseolus* (*P. vulgaris* and *P. coccineus*) cultivated in Mexico. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, v. 20, p. 1-7, 2020.

CAPRONI, Leonardo *et al.* Multi-Environment Evaluation and Genetic Characterisation of Common Bean Breeding Lines for Organic Farming Systems. *Sustainability*, v. 10, n. 3, p. 777. 2018. CAMPION, B., *et al.* Genetic reduction of antinutrients in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed, increases nutrients and in vitro iron bioavailability without depressing main agronomic traits. *Field Crops Research*, v. 141, p. 27-37, 2013.

CONSTANTIN, Jamil; OLIVEIRA JUNIOR, Rubens Silvério de; OLIVEIRA NETO, Antonio Mendes de. **Buva: fundamentos e recomendações para manejo**. Curitiba: Ompipax, 2013.

CORREIA, Núbia Maria; REZENDE, Pedro Milanez de. **Manejo Integrado de Plantas Daninhas na Cultura da Soja**. Lavras. 2002(Boletim Agropecuário 51). Disponível em: <http://w3.ufsm.br/herb/MANEJO%20INTEGRADO%20DE%20PLANTAS%20DANINHAS%20NA%20soja.pdf>.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>. Acesso em: 10 abr. 2021.

COOPER, J., Reed, E.Y., Hörtenhuber, S. *et al.* Phosphorus availability on many organically managed farms in Europe. *Nutr Cycl Agroecosyst* 110, 227–239. 2018. <https://doi.org/10.1007/s10705-017-9894-2>

CAPRONI, Leonardo *et al.* Multi-Environment Evaluation and Genetic Characterization of Common Bean Breeding Lines for Organic Farming Systems. *Sustainability*, v. 10, n. 3, p. 777, 2018.

DEKA, N., GOSWAMI, K. Economic sustainability of organic cultivation of Assam tea produced by small-scale growers. *Sustainable Production and Consumption*. v.26, p. 111-125, 2021.

DELFINI, J. *et al.* Diversity of nutritional content in seeds of Brazilian common bean germplasm. **PLoS ONE**, v. 15, n. 9, p. e0239263–e0239263, 28 set. 2020.

DORIA, E. *et al.* Anti-nutrient components and metabolites with health implications in seeds of 10 common bean (*Phaseolus vulgaris* L. and *Phaseolus lunatus* L.) landraces cultivated in southern Italy. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 26, n. 1, p. 72–80, 1 maio 2012. EL-SYIAD, S.;

DE PONTI, T.; RIJK, B.; VAN ITTERSUM, M. K. The crop yield gap between organic and conventional agriculture. **Agricultural Systems**, v. 108, p. 1–9, 2012.

DERAL. GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. 2021. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-01/Feijao_2021.pdf.

DUTRA, A. F.; MELO, A. S.; FILGUEIRAS, L. M. B.; SILVA, A. R. F.; OLIVEIRA, I. M.; BRITO, M. E. B. Parâmetros fisiológicos e componentes de produção de feijão-caupi cultivado sob deficiência hídrica. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife-PE, v. 10, n. 2, p. 189-197, 2015. AGUIAR, R. S.;

DUEÑAS, M.; MARTÍNEZ-VILLALUENGA, C.; LIMÓN, R. I.; PEÑAS, E.; FRIAS, J. Effect of germination and elicitation on phenolic composition and bioactivity of kidney beans. **Food Research International**, v. 70, p. 55–63, 2015.

DUEÑAS, M.; SARMENTO, T.; AGUILERA, Y.; *et al.* Impact of cooking and germination on phenolic composition and dietary fibre fractions in dark beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and lentils (*Lens culinaris* L.). **LWT - Food Science and Technology**, v. 66, p. 72–78, 2016.

ETENE – Escritório técnico de estudos econômicos do Nordeste. Produção de grãos – feijão, milho e soja. 2019. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/documents/80223/5014256/81_Graos.pdf/b4faa20e-6855-fdf6-1629-741afbf0748f#:~:text=O%20maior%20produtor%20estadual. Acesso em: 28/07/2021.

EKMEKCIOGLU, C.; ELMADFA, I.; MEYER, A. L.; MOESLINGER, T. The role of dietary potassium in hypertension and diabetes. **Journal of Physiology and Biochemistry**, v. 72, n. 1, p. 93–106, 2016.

FERREIRA, Ana Carolina. **Fisiologia e morfologia de plantas de feijão sob deficiência hídrica**. 2017. Master's Thesis – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2017. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-08012018-102124/publico/Ana_Carolina_Ferreira.pdf. Acesso em: 17 set. 2020.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016) FAOSTAT. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 14/7/2021.

FRANQUEIRA TOLEDO, Taís Carolina de; BRAZACA, Solange Guidolin Caniatti. **Avaliação química e nutricional do feijão-carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) cozido por diferentes métodos**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 28, n. 2, p. 6, 2008.

FAO, Food and Agriculture Organization. **Production quantities of Rice, paddy by country**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Acesso em: 21 mai. 2020

FERNANDES, Rodolfo Condé; GUERRA, José Guilherme Marinho; DE ARAÚJO, Adelson Paulo. Desempenho de cultivares de feijoeiro-comum em sistema orgânico de produção. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 50, n. 9, p. 797-806, 2015.

FABBRI, A. D. T.; CROSBY, G. A. A review of the impact of preparation and cooking on the nutritional quality of vegetables and legumes. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 3, p. 2–11, 2016.

FONSECA-GARCÍA, C. *et al.* Transcriptome analysis of the differential effect of the NADPH oxidase gene RbohB in *Phaseolus vulgaris* roots following

Rhizobium tropici and *Rhizophagus irregularis* inoculation. **BMC Genomics**, v. 20, n. 1, p. 800, 4 nov. 2019.

FOYER, C. H.; LAM, H.-M.; NGUYEN, H. T.; *et al.* Neglecting legumes has compromised human health and sustainable food production. **Nature Plants**, v. 2, n. 8, p. 1–10, 2016.

GOUVEIA, C. S. S. *et al.* Nutritional and Mineral Variability in 52 Accessions of Common Bean Varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) from Madeira Island. **Agricultural Sciences**, v. 5, n. 4, p. 317–329, 7 mar. 2014.

GOMES, L. DOS S. **Cultivares de feijoeiro : efeito do solo, adubação foliar e competição com trapoeraba.**

GUIDOLIN, L. G. Diagnóstico de níveis de nitrogênio em folhas de feijão utilizando visão computacional e redes neurais artificiais. 6 jun. 2018.

GOMIERO, T. Organic agriculture: impact on the environmet and food quality. *Environmental Impact of Agro-Food Industry and Food Consumption*. p. 31-58, 2021.

GALBIATTI, João Antonio *et al.* Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de Biofertilizante e adubação mineral. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 167–177, jan.–fev. 2011. Disponível em: http://orgprints.org/22631/1/Galbiatti_Desenvolvimento.pdf.

GOLDAMMER, T. Organic Crop Production. Management Techniques for Organic Farming. Apex Publishers Publication Date: November 2017. Printing History: First Edition. ISBN (13): 978-0-9675212-8-2. Page Content: 381 pages. Book Cover: Soft cover/lay-flat.

GABRIEL, D.; SAIT, S. M.; KUNIN, W. E.; BENTON, T. G. Food production vs. biodiversity: comparing organic and conventional agriculture. **Journal of Applied Ecology**, v. 50, n. 2, p. 355–364, 2013.

GANESAN, K.; XU, B. Polyphenol-Rich Dry Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and Their Health Benefits. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 18, n. 11, p. 2331, 2017. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

GATTINGER, A.; MULLER, A.; HAENI, M.; *et al.* Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 44, p. 18226–18231, 2012. National Academy of Sciences.

GHOSH, S.; SURI, D.; UAUY, R. Assessment of protein adequacy in developing countries: quality matters. **British Journal of Nutrition**, v. 108, n. S2, p. S77–S87, 2012. Cambridge University Press.

GINDRI, D. M.; COELHO, C. M. M.; SOUZA, C. A.; HEBERLE, I.; PREZZI, H. A. Seed quality of common bean accessions under organic and conventional farming systems¹. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, p. 152–160, 2017. Escola de Agronomia/UFG.

GHANBARI, E. *et al.* Nitrogen changes in the leaves and accumulation of some minerals in the seeds of red, white and Chitti beans (*Phaseolus vulgaris*) under water deficit conditions. **Australian Journal of Crop Science**, v. 7, p. 706–712, 1 abr. 2013.

GONGJIAN, F.; TRUST, B. Proximate Composition, Phenolic Profiles and Antioxidant Capacity of Three Common Bean Varieties (*Phaseolus vulgaris* L.). , 2016. United Scientific Group. Disponível em: <<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US2019U00013>>. Acesso em: 30/7/2021.

HAVEMEIER, S.; ERICKSON, J.; SLAVIN, J. Dietary guidance for pulses: the challenge and opportunity to be part of both the vegetable and protein food groups. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1392, n. 1, p. 58–66, 2017.

HAYAT, I.; AHMAD, A.; MASUD, T.; AHMED, A.; BASHIR, S. Nutritional and Health Perspectives of Beans (*Phaseolus vulgaris* L.): An Overview. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 54, n. 5, p. 580–592, 2014. Taylor & Francis.

HEILIG, J. A.; KELLY, J. D. Performance of Dry Bean Genotypes Grown under Organic and Conventional Production Systems in Michigan. **Agronomy Journal**, v. 104, n. 5, p. 1485–1492, 2012.

HASSAN, M. Quality of White Bean Seeds (*Phaseolus vulgaris* L.) As Affected by Different Treatments. **undefined**, 2014.

HERRIDGE, D. F.; PEOPLES, M. B.; BODDEY, R. M. Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. **Plant and Soil**, v. 311, n. 1, p. 1–18, 2008.

HILL, E. C.; RENNER, K. A.; SPRAGUE, C. L. Cover Crop Impact on Nitrogen Availability and Dry Bean in an Organic System. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 1, p. 329–341, 2016.

HOUSTON, M. C. The Importance of Potassium in Managing Hypertension. **Current Hypertension Reports**, v. 13, n. 4, p. 309–317, 2011.

HEILIG, J.A.; Wright, E.M.; Kelly, J.D. Symbiotic nitrogen fixation of black and navy bean under organic production systems. *Agron. J.* 109, 2223–2230. 2017. <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2134/agronj2017.01.0051>.

HUTCHINS, A. M.; WINHAM, D. M.; THOMPSON, S. V. *Phaseolus* beans: impact on glycaemic response and chronic disease risk in human subjects. **British Journal of Nutrition**, v. 108, n. S1, p. S52–S65, 2012. Cambridge University Press.

IZQUIERDO, P. *et al.* Meta-QTL analysis of seed iron and zinc concentration and content in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Theoretical and Applied Genetics**, v. 131, n. 8, p. 1645–1658, 1 ago. 2018.

IBRAHIM, E. A.; RAMADAN, W. A. Effect of zinc foliar spray alone and combined with humic acid or/and chitosan on growth, nutrient elements content and yield of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants sown at different dates. **Scientia Horticulturae**, v. 184, p. 101–105, 5 mar. 2015.

JEON, S.; HAN, S.; LEE, J.; HONG, T.; YIM, D.-S. The Safety and Pharmacokinetics of Cyanidin-3-Glucoside after 2-Week Administration of Black Bean Seed Coat Extract in Healthy Subjects. **The Korean Journal of Physiology & Pharmacology**, v. 16, n. 4, p. 249–253, 2012. The Korean Physiological Society and The Korean Society of Pharmacology.

JIA, Y.; GRAY, V. M.; STRAKER, C. J. The Influence of Rhizobium and Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Nitrogen and Phosphorus Accumulation by *Vicia faba*. **Annals of Botany**, v. 94, n. 2, p. 251–258, 1 ago. 2004.

JAN, S. *et al.* Characterization of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm for morphological and seed nutrient traits from Western Himalayas. **Legume Science**, v. 3, n. 2, p. e86, jun. 2021.

JOB, A. L. G. *et al.* Nutrient Extraction and Exportation by Common Bean Cultivars Under Different Fertilization Levels: I – Macronutrients. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 4, p. 1027–1042, 2013.

JÚNIOR, N. J. M. *et al.* Nutrição mineral e produção de feijão em áreas manejadas com e sem queima de resíduos orgânicos e diferentes tipos de adubação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 7–17, 2011.

JACOBSON, M. Botanical pesticides: past, present and future. In: ARNASON, J.T., *et al.* Insecticides of plant origin. Washington: ACS. cap. 1, p. 1-7. 1989.

KAN, L.; NIE, S.; HU, J.; *et al.* Nutrients, phytochemicals and antioxidant activities of 26 kidney bean cultivars. **Food and Chemical Toxicology**, Second international symposium on phytochemicals in medicine and food (2-ISPMF), v. 108, p. 467–477, 2017.

KATUURAMU, D. N.; HART, J. P.; PORCH, T. G.; GRUSAK, M. A.; GLAHN, R. P.; CICHY, K. A. Genome-wide association analysis of nutritional composition-related traits and iron bioavailability in cooked dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Molecular Breeding**, v.38, n.44, 2018.

KAMFWA, K.; CICHY, K. A.; KELLY, J. D. Genome-Wide Association Study of Agronomic Traits in Common Bean. **The Plant Genome**, v. 8, n. 2, p. plantgenome2014.09.0059, jul. 2015.

KLÄSENER, G. R. *et al.* Combined selection in beans for cycle, plant architecture and grain yield. **Bioscience Journal**, v. 34, p. 108–119, 6 dez. 2018.

KIRCHMANN, H.; BERGSTRÖM, L.; KÄTTERER, T.; ANDRÉN, O.; ANDERSSON, R. Can Organic Crop Production Feed the World? In: H. Kirchmann; L. Bergström (Orgs.); **Organic Crop Production – Ambitions and**

Limitations. p.39–72, 2008. Dordrecht: Springer Netherlands. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9316-6_3>. Acesso em: 19/7/2021.

LI, S. S.; KENDALL, C. W. C.; SOUZA, R. J. DE; *et al.* Dietary pulses, satiety and food intake: A systematic review and meta-analysis of acute feeding trials. **Obesity**, v. 22, n. 8, p. 1773–1780, 2014.

LOS, F. G. B., ZIELINSKI, A. A. F., WOJEICCHOWSKI, J. P., NOGUEIRA, A., DEMIATE, I. M. Beans (*Phaseolus vulgaris* L.): whole seeds with complex chemical composition, *Current Opinion in Food Science*, v.19, p. 63-71, 2018.

LIMA, S. K. *et al.*, PRODUÇÃO E CONSUMO DE PRODUTOS ORGÂNICOS NO MUNDO E NO BRASIL. Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília : Ipea , 2020 - ISSN 1415-4765

LYNCH, S. R. Why Nutritional Iron Deficiency Persists as a Worldwide Problem. **The Journal of Nutrition**, v. 141, n. 4, p. 763S-768S, 2011.

LIMA, J. D. DE *et al.* Chemical and nutritional characterization of bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.). **AIMS Agriculture and Food**, v. 6, n. 4, p. 932–944, 2021.

LEAL, R. M.; PRADO, R. DE M. Desordens nutricionais no feijoeiro por deficiência de macronutrientes, boro e zinco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 4, p. 301–306, 2008.

LOPES, J. F. *et al.* Produtividade e composição mineral do feijão em resposta às adubações com molibdênio e níquel 1. **Revista Ceres**, v. 63, n. 3, p. 419–426, 2016.

LUGO, L. M. N. Composição físico-química e atividade antioxidante em grãos integrais e brotos de linhagens de feijão-mungo (*Vigna radiata* L.). Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

NWADIKE, C. *et al.* Proximate and Nutrient Composition of Some Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) Accessions of Jos- Plateau, Nigeria. **Journal of Agriculture and Ecology Research International**, p. 1–9, 4 jul. 2018.

NGULI, M. *et al.* Assessment of essential micronutrient levels in common beans (*Phaseolus vulgaris*) in Kenya by total reflection X-ray fluorescence. **X-Ray Spectrometry**, v. 51, n. 3, p. 198–203, maio 2022.

MARTÍNEZ-ZAVALA, M. *et al.* Common Bean Leaves as a Source of Dietary Iron: Functional Test in an Iron-Deficient Rat Model. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 71, n. 3, p. 259–264, 1 set. 2016.

MONQUEIRO, A. S. **Diagnóstico nutricional foliar de feijão utilizando o método das faixas de suficiência em Montividiu, Goiás.**

MOYIB, O. K., ALASHIRI, G. O., ADEJOYE, O. D. Chemometric dissimilarity in nutritive value of popularly consumed Nigerian brown and white common beans. **Food Chemistry**, v. 166, p. 576–584, 1 jan. 2015.

MESQUITA, F. R., CORRÊA, A. D., ABREU, C. M. P., LIMA, R. A. Z., ABREU, A. F. B. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade protéica. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.31, n.4, p.1114-1121, 2007.

MURUBE, E. *et al.* Characterization of Nutritional Quality Traits of a Common Bean Germplasm Collection. **Foods (Basel, Switzerland)**, v. 10, n. 7, p. 1572, 6 jul. 2021.

MONQUEIRO, A. S. **Diagnóstico nutricional foliar de feijão utilizando o método das faixas de suficiência em Montividiu, Goiás.**

MESQUITA, M. A. M. *et al.* Teores dos micronutrientes em áreas com feijoeiro irrigado no município de Cristalina, Goiás. 2012.

MAMIDI, S.; ROSSI, M.; MOGHADDAM, S. M.; *et al.* Demographic factors shaped diversity in the two gene pools of wild common bean *Phaseolus vulgaris* L. **Heredity**, v. 110, n. 3, p. 267–276, 2013.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, **Plano Nacional Para O Desenvolvimento Da Cadeia Produtiva Do Feijão E Pulses.** Brasília, DF. 2018. Disponível em: <<http://www.feijaoepulses.agr.br/assets/plano-nacional-feijao-e-pulses-pdf-final.pdf>>

MARQUES, M. F.; MARQUES, M. M.; XAVIER, E. R.; GREGÓRIO, E. L. Fortificação de alimentos: uma alternativa para suprir as necessidades de micronutrientes no mundo contemporâneo. **HU Revista**, v. 38, n. 1, p. 29-36, 2012.

MENDOZA-SÁNCHEZ, M.; PÉREZ-RAMÍREZ, I. F.; WALL-MEDRANO, A.; *et al.* Chemically induced common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) sprouts ameliorate dyslipidemia by lipid intestinal absorption inhibition. **Journal of Functional Foods**, v. 52, p. 54–62, 2019.

MESSINA, V. Nutritional and health benefits of dried beans. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 100, n. suppl_1, p. 437S-442S, 2014.

MILES, C.; ATTERBERRY, K. A.; BROUWER, B. Performance of Northwest Washington Heirloom Dry Bean Varieties in Organic Production. **Agronomy**, v. 5, n. 4, p. 491–505, 2015. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

MONTIEL, J. *et al.* Legume NADPH Oxidases Have Crucial Roles at Different Stages of Nodulation. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 17, n. 5, maio 2016.

MUDRYJ, A. N.; YU, N.; AUKEMA, H. M. Nutritional and health benefits of pulses. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 39, n. 11, p. 1197–1204, 2014. NRC Research Press.

MURRAY, J. D. Invasion by Invitation: Rhizobial Infection in Legumes. **Molecular Plant-Microbe Interactions®**, v. 24, n. 6, p. 631–639, 4 maio 2011.

NGOH, Y.-Y.; GAN, C.-Y. Enzyme-assisted extraction and identification of antioxidative and α -amylase inhibitory peptides from Pinto beans (*Phaseolus vulgaris* cv. Pinto). **Food Chemistry**, v. 190, p. 331–337, 2016.

OEHL, F.; SIEVERDING, E.; MÄDER, P.; *et al.* Impact of long-term conventional and organic farming on the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi. **Oecologia**, v. 138, n. 4, p. 574–583, 2004.

OLIVEIRA, K., A., B., Composição Centesimal, Teor de Minerais e Compostos Bioativos de Linhagens de Feijão-Azuki (*Vigna angularis*). Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição. Piauí, 68p. 2019.

OLIVEIRA, V, R., RIBEIRO, N. D., JOST, E., LONDERO, P. M. G. Qualidade nutricional e microbiológica de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cozido com ou sem água de maceração. **Ciência agrotecnologia**. v.32, n.6, p.1912-1918, 2008.

OLIVEIRA, D. C. M. Plantio de Feijoeiro (*Phaseolus Vulgaris* L.) em um sistema agroflorestal com açaí, mogno africano e leguminosas arbóreas implantado há 10 anos em Seropédica, RJ. 24 out. 2016.

OLIVEIRA, J. T. DE *et al.* Space variability of phenological indicators of common bean crop. **Bioscience Journal**, v. 34, n. 2, p. 341–350, 26 mar. 2018.

OLIVEIRA, Maurílio Fernandes de; BRIGHENTI, Alexandre Magno. **Controle de Plantas Daninhas: Métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1103281/controle-de-plantas-daninhas-metodos-fisico-mecanico-cultural-biologico-e-alelopatia>.

PAREDES C, M.; BECERRA V, V.; TAY U, J. Inorganic Nutritional Composition of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes Race Chile. **Chilean journal of agricultural research**, v. 69, n. 4, p. 486–495, 2009. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA.

PETRY, N.; BOY, E.; WIRTH, J. P.; HURRELL, R. F. Review: The Potential of the Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) as a Vehicle for Iron Biofortification. **Nutrients**, v. 7, n. 2, p. 1144–1173, 2015. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

POSSE, Sheila Cristina Prucoli; SOUZA, Elaine Manelli Riva; SILVA, Luciano Macal, Geraldo Mendes da, Fasolo; SILVA, Marcelo Barreto da; ROCHA, Marcio Adonis Miranda. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central-brasileira**:2009 - 2011. 1. ed. Vitória: Incaper Instituto Capixaba

de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2010. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/975/1/Livreto-Feijao-AINFO.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

PEREIRA, H.S.; ALMEIDA, V.M. de; MELO, L.C.; WENDLAND, A.; FARIA, L.C. de; DEL PELOSO, M.J.; MAGALDI, M.C. de S. Influência do ambiente em cultivares de feijoeiro-comum em cerrado com baixa altitude. *Bragantia*, v.71, p.165-172, 2012.

PALČIĆ, I. *et al.* Relationship between origin and nutrient content of Croatian common bean landraces. **Journal of Central European Agriculture**, v. 19, n. 3, p. 490–502, 2018.

PEREIRA, L. B. *et al.* Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema de produção orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, p. 29–38, mar. 2015.

Produção Orgânica de Feijão e Milho. I - Atributos Físicos do Solo. Revista Brasileira de Ciencia do Solo, v. 35, n. 2, p. 14, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832011000200029. Acesso em: 19 mar, 2020.

PEREIRA, Leandro Barradas; ARF, Orivaldo; DOS, Santos Neli Cristina Bemliro; OLIVEIRA, Aline Estela Zini de; KOMURO, Lauro Kenji. **Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema de produção orgânico**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 45, n. 1, p. 29–38, 2015.

REBOLLO-HERNANZ, M.; MARTÍN-CABREJAS, M. A.; AGUILERA, Y. CHAPTER 10: Thermal Processing of Legumes. **Legumes**. p.215–234, 2018. Disponível em: <<https://pubs.rsc.org/en/content/chapter/bk9781788011617-00215/978-1-78801-161-7>>. Acesso em: 29/7/2021.

RAMÍREZ-JIMÉNEZ, A. K., *et al.* Functional properties and sensory value of snack bars added with common bean flour as a source of bioactive compounds. *LWT - Food Science and Technology*, v. 89, p. 674–680, 2018.

RIBEIRO, J. V. V. Estudo das atividades biológicas de frações proteicas do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivar Pérola. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

RENDÓN-ANAYA, M.; MONTERO-VARGAS, J. M.; SABURIDO-ÁLVAREZ, S.; *et al.* Genomic history of the origin and domestication of common bean unveils its closest sister species. **Genome Biology**, v. 18, n. 1, p. 1–17, 2017. BioMed Central.

RIBEIRO, N. D.; DOMINGUES, L. DA S.; GRUHN, E. M.; ZEMOLIN, A. E. M.; RODRIGUES, J. DE A. Desempenho agrônômico e qualidade de cozimento de linhagens de feijão de grãos especiais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 92–100, 2014. Universidade Federal do Ceará.

RAMIRES, R. V. *et al.* INOCULAÇÃO COM RIZÓBIO ASSOCIADO AO MANEJO DE NITROGÊNIO EM FEIJÃO COMUM. **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215, v. 14, n. 1, p. 49–57, 4 maio 2018.

RUFATTO, J. Composição química e propriedades tecnológicas dos grãos de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) sob cultivo orgânico. Dissertação de mestrado [s.l.] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 25 maio 2021.

SNACK, C.; SALINAS, A.O.D. **Phaseolus in Flora do Brasil 2020**. 2020. Disponível em: http://servicos.jbrj.gov.br/flora/search/Phaseolus_vulgaris. Acesso em: 27 abr. 2020.

SILVA, A. N., RAMOS, M. L. G., JÚNIOR W, Q. R., ALENCAR, E. R., SILVA, P. C., LIMA, C. A., VINSON, C. C., SILVA, M. A. V. Water stress alters physical and chemical quality in grains of common bean, triticale and wheat. **Agricultural Water Management**, v. 231, p. 106023, 31 mar. 2020.

SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F.; CAETANO, J. P. M.; CAETANO, M. M.; SARMENTO, P. H. L.; OLIVEIRA, L. F. C. de **Teores foliares de cálcio e boro no feijoeiro influenciados pelo tempo de molhamento da água de irrigação por pivô-central**. - Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1131111/teores-foliares-de-calcio-e-boro-no-feijoeiro-influenciados-pelo-tempo-de-molhamento-da-agua-de-irrigacao-por-pivo-central>>. Acesso em: 3 ago. 202

SANTOS, L. A. DOS; SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M. Nutrient Extraction and Exportation by Common Bean Cultivars Under Different Fertilization Levels: li - Micronutrients. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 4, p. 1043–1056, 2013.

SOUZA, A. B. DE; ANDRADE, M. J. B. D.; MUNIZ, J. A. Altura de planta e componentes do rendimento do feijoeiro em função de população de plantas, adubação e calagem. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 1205–1213, dez. 2003.

SORATTO, R. P. *et al.* PLANT DENSITY AND NITROGEN FERTILIZATION ON COMMON BEAN NUTRITION AND YIELD. **Revista Caatinga**, v. 30, p. 670–678, set. 2017.

SABUNDJIAN, M. T. *et al.* Adubação nitrogenada em feijoeiro em sucessão a cultivo solteiro e consorciado de milho e *Urochloa ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, p. 292–299, set. 2013.

SOUZA, Ronessa B de; ALCÂNTARA, Flávia A de. **Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças**: Circular Técnica 65. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/758609>. Acesso em: 07 jul. 2020.

SEBRAE. **Agricultura orgânica: cenário brasileiro, tendências e expectativas**. 2019. Disponível em:

<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-agricultura-organica,69d9438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso em: 20 abr. 2020.

SALVADOR, Carlos Alberto. **Feijão**: análise da conjuntura agropecuária. Curitiba: Secretaria da Agricultura e do Abastecimento, 201. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-09/feijao_2019_v1.pdf. Acesso em: 07 jul. 2020.

SILVEIRA, P. M. DA; NASCENTE, A. S.; SILVA, J. G. DA. The effect of longitudinal distribution and seed depth on grain yield of common bean. **Journal of Seed Science**, v. 40, p. 90–97, mar. 2018.

SACCO, D., *et al.* Six-year transition from conventional to organic farming: effects on crop production and soil quality. *European Journal of Agronomy*, v.69, p.10-20, 2015.

SINGH, M. Organic Farming for Sustainable Agriculture. *Indian Journal of Organic Farming* Volume 1 Issue 1. 2021. <https://www.cpublishingmedia.com/wp-content/uploads/2020/11/Organic-Farming-for-Sustainable-Agriculture.pdf>.

SEDIYAMA, Maria Aparecida Nogueira; DOS SANTOS, Izabel Cristina; DE LIMA, Paulo César. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. *Ceres*, v. 61, n. 7, 2015. SWEGARDEN, Hannah & Sheaffer, Craig & Michaels, Thomas. Yield Stability of Heirloom Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivars in Midwest Organic Production. *HortScience*. 51. 8-14. 2016. 10.21273/HORTSCI.51.1.8.

SACCO, D.; MORETTI, B.; MONACO, S.; GRIGNANI, C. Six-year transition from conventional to organic farming: effects on crop production and soil quality. **European Journal of Agronomy**, v. 69, p. 10–20, 2015.

SEUFERT, V.; RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J. A. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. **Nature**, v. 485, n. 7397, p. 229–232, 2012.

SHAFIE, F. A.; RENNIE, D. Consumer Perceptions Towards Organic Food. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, Proceedings of the 1st National Conference on Environment-Behaviour Studies, 1nCEBS, FAPS, UiTM, Shah Alam, Malaysia, 14–15 November, 2009., v. 49, p. 360–367, 2012.

SICA, P.; SCARIOLO, F.; GALVAO, A.; *et al.* Molecular Hallmarks, Agronomic Performances and Seed Nutraceutical Properties to Exploit Neglected Genetic Resources of Common Beans Grown by Organic Farming in Two Contrasting Environments. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, 2021. Frontiers Media SA. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.ez48.periodicos.capes.gov.br/pmc/articles/PMC8185351/>>. Acesso em: 10/7/2021.

STOLTZFUS, R. J. Iron Interventions for Women and Children in Low-Income Countries. **The Journal of Nutrition**, v. 141, n. 4, p. 756S-762S, 2011.

SCHMUTZ J, McClean PE, Mamidi S, Wu GA, Cannon SB, Grimwood J, *et al.* A reference genome for common bean and genome-wide analysis of dual domestications. *Nat Genet*; 46:707–13. 2014.

SUÁREZ-MARTÍNEZ, S. E.; FERRIZ-MARTÍNEZ, R. A.; CAMPOS-VEGA, R.; *et al.* Bean seeds: leading nutraceutical source for human health. **CyTA - Journal of Food**, v. 14, n. 1, p. 131–137, 2016. Taylor & Francis.

SUZUKI N.; MILLER G.; MORALES ; SHULAEV V; TORRES M.A., MITTLER R **Respiratory burst oxidases: the engines of ROS signaling - ScienceDirect.** Disponível em: <<https://www.sciencedirect.ez48.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S136952661100121X>>. Acesso em: 17 jun. 2021.

SWEGARDEN, H. R.; SHEAFFER, C. C.; MICHAELS, T. E. Yield Stability of Heirloom Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivars in Midwest Organic Production. **HortScience**, v. 51, n. 1, p. 8–14, 2016. American Society for Horticultural Science.

TIMOTHY G. REEVES, G. T. **Save and Grow in practice: Maize, rice, wheat.** Rome, Italy: FAO, 2015.

TUMSA, K. *et al.* Identification of sources of resistance to common bacterial blight in common bean in Ethiopia. **Journal of Phytopathology**, v. 168, n. 11–12, p. 707–720, dez. 2020.

TUCK, S. L.; WINQVIST, C.; MOTA, F.; *et al.* Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. **Journal of Applied Ecology**, v. 51, n. 3, p. 746–755, 2014.

TUOMISTO, H. L.; HODGE, I. D.; RIORDAN, P.; MACDONALD, D. W. Does organic farming reduce environmental impacts? – A meta-analysis of European research. **Journal of Environmental Management**, v. 112, p. 309–320, 2012.

ULLOA, J. A.; ROSAS ULLOA, P.; RAMIREZ RAMIREZ, J. C.; ULLOA RANGEL, B. E. EL FRIJOL (PHASEOLUS VULGARIS): SU IMPORTANCIA NUTRICIONAL Y COMO FUENTE DE FITOQUIMICOS. <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/1.pdf>, 2011. Revista Fuente. Disponível em: <<http://dspace.uan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/582>>. Acesso em: 26/7/2021.

USDABRAZIL. THIS REPORT CONTAINS ASSESSMENTS OF COMMODITY AND TRADE ISSUES MADE BY USDA STAFF AND NOT NECESSARILY STATEMENTS OF OFFICIAL U.S. GOVERNMENT POLICY. 2019. Acessado em 12/04/2021 em: <https://usdabrazil.org.br/wp-content/uploads/2020/06/brazilian-dry-bean-production.pdf>

VAZ-TOSTES, M. DAS G.; VEREDIANO, T. A.; MEJIA, E. G. DE; COSTA, N. M. B. Evaluation of iron and zinc bioavailability of beans targeted for biofortification

using in vitro and in vivo models and their effect on the nutritional status of preschool children. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 4, p. 1326–1332, 2016.

VALDERRAMA, M. *et al.* Sources and doses of nitrogen and phosphorus in no till common beans. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 3, p. 191–196, 2009.

VALDÉS, S. T., *et al.*, Association of genotype and preparation methods on the antioxidant activity, and antinutrients in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, p. 2104–2111, 2011.

VAKALI, Christina & Baxevanos, D. & Vlachostergios, D. & Tamoutsidis, E.G. & Papathanasiou, Fokion & Papadopoulos, Ioannis. Genetic Characterization of Agronomic, Physiochemical, and Quality Parameters of Dry Bean Landraces under Low-Input Farming. **Journal of Agricultural Science and Technology**. 19. 957-967. 2017.

VELU, G.; ORTIZ-MONASTERIO, I.; CAKMAK, I.; HAO, Y.; SINGH, R. P. Biofortification strategies to increase grain zinc and iron concentrations in wheat. **Journal of Cereal Science**, Cereal Science for Food Security, Nutrition and Sustainability., v. 59, n. 3, p. 365–372, 2014.

WEISSENGRUBER, L., Möller, K., Puschenreiter, M. *et al.* Long-term soil accumulation of potentially toxic elements and selected organic pollutants through application of recycled phosphorus fertilizers for organic farming conditions. **Nutr Cycl Agroecosyst** 110, 427–449. 2018. <https://doi.org/10.1007/s10705-018-9907-9>

WILLER, H.; KILCHER, L. The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2012, In: Willer, H., Kilcher, L., Eds.; IFOAM: Bonn, Germany; FiBL: Frick, Switzerland, 2012.

WILLER, E. H.; LERNOUD, J. The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2019. , p. 351, 2019.

YEKEN, M. Z. *et al.* Assessment of mineral content variations for biofortification of the bean seed. **Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi**, v. 4, n. 2, p. 261–269, 2018.

ZDRAVKOVIĆ, J.; PAVLOVIĆ, N.; GIREK, Z.; ZDRAVKOVIĆ, M.; CVIKIĆ, D. Characteristics important for organic breeding of vegetable crops. **Genetika**, v. 42, n. 2, p. 223–233, 2010.

ZEPEDA, I. *et al.* Visualization of Highly Dynamic F-Actin Plus Ends in Growing *Phaseolus vulgaris* Root Hair Cells and Their Responses to *Rhizobium etli* Nod Factors. **Plant and Cell Physiology**, v. 55, n. 3, p. 580–592, 1 mar. 2014.