

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

JOCELEIDE RUFATTO

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DOS
GRÃOS DE CULTIVARES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) SOB
CULTIVO ORGÂNICO

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2021

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

JOCELEIDE RUFATTO

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DOS
GRÃOS DE CULTIVARES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) SOB
CULTIVO ORGÂNICO**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2021

JOCELEIDE RUFATTO

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DOS
GRÃOS DE CULTIVARES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) SOB
CULTIVO ORGÂNICO**

**Chemical composition and technological properties of bean cultivars
grains (*Phaseolus vulgaris* L.) under organic cultivation**

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

Coorientador: Thiago de Oliveira Vargas

PATO BRANCO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-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
Câmpus Pato Branco**



JOCELEIDE RUFATTO

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DOS GRÃOS DE CULTIVARES DE FEIJÃO
(PHASEOLUS VULGARIS L.) SOB CULTIVO 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: 25 de Maio de 2021

Prof.a Taciane Finatto, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Andressa Pilonetto, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Tatiane Timm Storch, Doutorado - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (Iffarroupilha)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 25/05/2021.

Dedico à minha família, que sempre estiveram ao meu lado ao longo desta caminhada, com muito amor, confiança e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até essa etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e por sempre me ajudar a enfrentar e superar as dificuldades ao longo do caminho.

Aos meus pais, João e Leoni, pelo apoio e incentivo em todos os momentos e sempre me incentivar a estudar. A eles minha eterna gratidão.

As minhas irmãs Jaqueline e Juliana pelo companheirismo e ajuda em todos os momentos desta trajetória.

Ao meu esposo, Leandro pelo apoio, incentivo e por estar ao meu lado em todos os momentos.

À minha orientadora Prof. Dra. Taciane Finatto, por toda a sabedoria, paciência, boa vontade de ensinar, pela orientação na condução deste trabalho e contribuição para meu desenvolvimento profissional e intelectual.

Aos professores da pós-graduação em Agronomia da UTFPR, pelos ensinamentos transmitidos e que contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade e disponibilidade de infraestrutura para a realização desta pesquisa.

Ao laboratório de solos da UTFPR, pelo auxílio no desenvolvimento do trabalho.

A todos os colegas que de alguma forma contribuíram na realização deste trabalho.

Ao Programa de Mestrado Acadêmico de Inovação e à UTFPR pela bolsa de estudos.

Enfim, a todos que de alguma maneira me ajudaram a chegar até aqui, o meu muito obrigada.

“Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Se estamos possuídos por uma inabalável determinação, conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho.”

Dalai Lama

RESUMO

RUFATTO, Joceneide. Composição química e propriedades tecnológicas dos grãos de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) sob cultivo orgânico. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

O feijão possui grande importância nutricional, social e econômica, pois é considerado mundialmente um dos legumes mais importantes para o consumo para a nutrição humana. O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização da composição química e das propriedades tecnológicas dos grãos de treze cultivares de feijão conduzidas em sistema orgânico de cultivo. Para a condução do experimento, foi adotado o delineamento de blocos casualizados, onde foram semeadas treze cultivares de feijão a campo sob manejo orgânico em sistema de semeadura direta. Após o ciclo completo, foi realizada a colheita e secagem dos grãos, e posteriormente as análises foram realizadas. A cor foi determinada imediatamente após a colheita. Posteriormente, foram analisados o tempo de cozimento, açúcares solúveis totais, proteínas, fenóis totais, taninos totais e composição mineral. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e quando houve diferença significativa pelo teste F foi realizado o teste de comparação de médias entre as cultivares. Não houve diferença significativa entre cultivares para a variável proteínas totais. A cultivar que apresentou maior concentração de proteínas solúveis nos grãos foi BRSMG Madrepérola (18,81 g 100g⁻¹). Para a concentração de açúcares solúveis totais, as cultivares que se destacaram foram BRS Campeiro (14,74 g 100g⁻¹) e BRSMG Realce (14,10 g 100g⁻¹). Dentre as cultivares analisadas, em relação aos fenóis totais, IAC Imperador (1,37 mg g⁻¹ AT) foi a que apresentou o valor mais elevado. Para taninos totais as cultivares que apresentaram menor valor foram ANfc 9 (0,28 mg g⁻¹ AT) e TAA Dama (0,39 mg g⁻¹ AT). Em relação a cor dos grãos, para grãos pretos as cultivares BRS Intrépido (L*=4,28) e a IPR Uirapuru (L*=4,74) apresentaram as menores luminosidades, e para grãos cariocas as cultivares ANfc9 (L*=36,73), IPR Tangará (L*=35,60), IPR Quero-Quero (L*=34,67), IPR Andorinha (L*=34,53) e BRSMG Madrepérola (L*=32,96) apresentaram os maiores valores de luminosidade. As cultivares que obtiveram menor tempo de cozimento foram BRSMG Realce (23,5 min) e IPR Tangará (23,6 min). Quando analisados os minerais, verificou-se que não houve diferença significativa entre cultivares para nitrogênio, fósforo, cálcio e cobre. Já para o potássio as cultivares que apresentaram maior teor do mesmo foram BRS Intrépido (1,64 g 100g⁻¹) e BRS Esplendor (1,63 g 100g⁻¹), para o ferro as cultivares que se destacaram foram a IAC Imperador (49,72 mg kg⁻¹) e a BRS Intrépido (47,90 mg kg⁻¹), já para o zinco, IPR Tangará (40,23 mg kg⁻¹) foi a cultivar que apresentou maior teor desse nutriente. Os resultados indicam que a produção neste sistema de cultivo resultou em grãos com qualidades nutricionais satisfatórias.

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

ABSTRACT

RUFATTO, Joceneide. Chemical composition and technological properties of bean cultivars grains (*Phaseolus vulgaris* L.) under organic cultivation. 61 f. Dissertation (Masters in Agronomy) - Graduate Program in Agronomy (Concentration Area: Crop), Federal University of Technology - Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

Common bean has a great nutritional, social and economic importance, as they are considered worldwide as one of the most important source in terms of production and consumption for human nutrition. The objective of this work was to carry out the characterization of the chemical composition and technological properties of the grains of thirteen bean cultivars under organic farming system. The experiment was conducted in a randomized block design. The thirteen common bean cultivars were sown under organic farming system in a no-tillage system. After the complete cycle of the beans, the grains were harvested and later the analyzes were carried out. The color was determined shortly after harvest. Subsequently, cooking time, total soluble sugars, proteins, total phenols, total tannins and mineral composition were analyzed. The data obtained were subjected to analysis of variance and when there was a significant difference by the F test, the means test to compare the cultivars was performed. There was no significant difference between cultivars for the total variables. The cultivar with the highest concentration of total soluble proteins present was BRSMG Madrepérola (18.81 g 100g⁻¹). Regarding the concentration of total soluble sugars, the cultivars that stood out were BRS Campeiro (14.74 g 100g⁻¹) and BRSMG Realce (14.10 g 100g⁻¹). Among the cultivars analyzed, in relation to the total phenolic content, IAC Imperador (1.37 mg g⁻¹ AT) presented the highest value. For total tannins, the cultivars that showed the lowest value were ANfc 9 (0.28 mg g⁻¹ AT) and TAA Dama (0.39 mg g⁻¹ AT). Regarding the color of the seed coat, for black grains the cultivars that stood out were BRS Intrépido (L* = 4.28) and IPR Uirapuru (L* = 4.74) (lower luminosities), and for carioca grains they were the ANfc9 (L* = 36.73), IPR Tangará (L* = 35.60), IPR Quero-Quero (L* = 34.67), IPR Andorinha (L* = 34.53) and BRSMG Madrepérola (L* 32.96) (higher luminosities). The cultivars that obtained the shortest cooking time were BRSMG Realce (23.5 min) and IPR Tangará (23.6 min). Regarding the mineral composition, there was no significant difference among cultivars for nitrogen, phosphorus, calcium and copper. For potassium, the cultivars that showed the highest content were BRS Intrépido (1.64 g 100g⁻¹) and BRS Esplendor (1.63 g 100g⁻¹), for iron, the cultivars that stood out were IAC Imperador (49.72 mg kg⁻¹) and BRS Intrépido (47.90 mg kg⁻¹), for zinc, IPR Tangará (40.23 mg kg⁻¹) was the cultivar with the highest content of this nutrient. The results indicate that the common bean production in a organic farming system resulted in grains with satisfactory nutritional qualities.

Keywords: Common beans. Cultivation System. Nutritional value.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Diagrama de cores CIE L^* , a^* e b^*	23
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Conteúdo de elementos minerais de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), dados em mg/100 g de grãos.....	20
Tabela 2 – Resultado da análise química do solo, na profundidade de 0,0-0,20 m, coletadas aleatoriamente na área do experimento. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	27
Tabela 3 – Principais características das cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) utilizadas no estudo. UTFPR, Campus Pato Branco, 2021.....	28
Tabela 4 – Resumo da análise de variância para concentração de proteínas totais, proteínas solúveis, açúcares solúveis totais (AST), fenóis totais e taninos totais em cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	34
Tabela 5 – Média de concentração de proteínas totais (g 100g ⁻¹ de tecido vegetal) em cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	35
Tabela 6 – Média de concentração de proteínas solúveis (g 100g ⁻¹ de tecido vegetal) em cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	36
Tabela 7 – Média de concentração de açúcares solúveis totais (AST) (g 100g de tecido vegetal) em cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	38
Tabela 8 – Fenóis totais (mg g ⁻¹ AT) em cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	39
Tabela 9 – Taninos totais (mg g ⁻¹ AT) em cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	41
Tabela 10 – Resumo da análise de variância para Luminosidade do tegumento L* e Cromaticidades a* e b* de cinco cultivares de feijão preto (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	42
Tabela 11 – Luminosidade do tegumento L* e Cromaticidades a* e b* de cinco cultivares de feijão do tipo preto (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	42
Tabela 12 – Resumo da análise de variância para Luminosidade do tegumento L* e Cromaticidades a* e b* de oito cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	44
Tabela 13 – Luminosidade do tegumento L* e Cromaticidades a* e b* de oito cultivares de feijão carioca (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	44
Tabela 14 – Resumo da análise de variância Média do tempo de cozimento (min) de cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	46
Tabela 15 – Média do tempo de cozimento (min) de cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	46
Tabela 16 – Resumo da análise de variância para Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Potássio (K), Fósforo (P), Cobre (Cu), Zinco (Zn) e Ferro (Fe) de oito cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	48

Tabela 17 – Composição mineral em cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico, Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Potássio (K), Fósforo (P), Cobre (Cu), Zinco (Zn) e Ferro (Fe). UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....49

LISTA DE SIGLAS, ACRÔNIMOS E ABREVIATURAS

a*	Cromaticidade a*
Al	Alumínio
AST	Açúcares Solúveis Totais
AT	Ácido Tânico
B	Boro
b*	Cromaticidade b*
BSA	Soroalbumina bovina
Ca	Cálcio
CIE	Comissão Internacional de Iluminação
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
GO	Unidade da Federação – Goiás
H	Hidrogênio
ha	Hectare
HTC	Hard-to-cook
K	Potássio
Kg	Quilograma
L*	Luminosidade
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
PVPP	Polivinilpolipirrolidona
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.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 A CULTURA DO FEIJÃO.....	15
2.2 CULTIVO ORGÂNICO DE FEIJÃO.....	16
2.3 PROPRIEDADES NUTRACÊUTICAS.....	18
2.4 COMPOSIÇÃO MINERAL E PROTEÍNAS.....	19
2.5 COMPOSIÇÃO MINERAL DOS GRÃOS EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	21
2.6 CONTEÚDO FENÓLICO.....	22
2.7 DETERMINAÇÃO DA COR.....	24
2.8 TEMPO DE COZIMENTO.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 CONDIÇÃO DO EXPERIMENTO A CAMPO.....	27
3.2 VARIÁVEIS AVALIADAS.....	29
3.2.1 Concentração de proteínas totais.....	29
3.2.2 Concentração de proteínas solúveis.....	29
3.2.3 Concentração de açúcares solúveis totais.....	30
3.2.4 Fenóis totais.....	30
3.2.5 Análise de taninos.....	31
3.2.6 Determinação da cor do tegumento dos grãos.....	32
3.2.7 Determinação do tempo de cozimento.....	32
3.2.8 Análise de macro e micro nutrientes.....	32
3.2.9 Análise estatística.....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	34
4.1 CONCENTRAÇÃO DE PROTEÍNAS TOTAIS.....	34
4.2 CONCENTRAÇÃO DE PROTEÍNAS SOLÚVEIS.....	35
4.3 CONCENTRAÇÃO DE AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS.....	37
4.4 FENÓIS TOTAIS.....	38
4.5 TANINOS TOTAIS.....	40
4.6 DETERMINAÇÃO DA COR DO TEGUMENTO DOS GRÃOS.....	41
4.7 DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE COZIMENTO.....	45
4.8 ANÁLISE DOS MINERAIS.....	47
5 CONCLUSÕES.....	51
REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), é considerado mundialmente um dos legumes mais importantes no que se diz respeito à produção e consumo para a nutrição humana, além de ter papel social e econômico (CONAFER, 2020). O mesmo apresenta aplicações na indústria alimentícia como alimento com alegação de propriedade funcional, pois é uma fonte de proteínas, carboidratos, fibras alimentares, além de possuir baixo conteúdo de gordura (RAMÍREZ et al., 2018).

O Brasil está em terceiro lugar entre os maiores produtores mundiais de feijão (FAO, 2019). A produção nacional de feijão na safra 2019/2020 foi de 3,222 milhões de toneladas em 2,926 milhões de hectares (CONAB, 2020). Dentre os estados brasileiros, o Paraná se destaca como o principal produtor, seguido por Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás e Bahia (ETENE, 2019).

O cultivo do feijão é realizado por produtores que possuem diferentes níveis de tecnologia, no entanto, a maior parte da produção é realizada por agricultores familiares, representando uma importante fonte de renda e emprego no campo (ETENE, 2019). Por se tratar de um alimento básico para muitas pessoas, as leguminosas representam uma alternativa mais barata às fontes de proteínas encontradas na carne, além de outras substâncias que as tornam componentes essenciais de uma dieta saudável (FAO, 2017).

No ano de 2016, a 68ª Assembleia Geral da ONU (Organização das Nações Unidas), declarou “2016 o Ano Internacional das Leguminosas” (*International Year of Pulses*), devido à grande importância de leguminosas secas como o feijão na alimentação humana do mundo inteiro.

Dentre as leguminosas, o feijão possui grande importância pois é um alimento com alegação de propriedade funcional onde possui compostos nutracêuticos, os quais são compostos que possuem certa atividade biológica. O feijão, de acordo com CARBAS et al. (2020), possui propriedades antioxidante, antienvhecimento, antiinflamatório, anti-hipertensivo, e também ajuda na redução da obesidade, nas doenças cardiovasculares e o câncer de mama.

Contudo, além de compostos nutricionais, o feijão apresenta compostos não nutricionais, que são chamados de antinutricionais como por

exemplo os taninos, os quais são conhecidos pelos seus efeitos fisiológicos adversos na nutrição e saúde, que por sua vez, em certas concentrações, podem diminuir a digestibilidade de proteínas e carboidratos ou tornam-se tóxicos em concentrações suficientemente altas (CORZO-RÍOS et al., 2020).

Dessa forma, devido ao aumento da demanda por alimentos ricos em nutrientes e compostos nutracêuticos, têm-se a necessidade de produzir alimentos mais saudáveis para suprir a exigência dos consumidores (CAPRONI et al., 2018). Diante disso, há uma necessidade de mais pesquisas que avaliem diversos fatores do sistema orgânico de produção, como o comportamento dos genótipos nesse sistema (CAPRONI et al., 2018).

O aumento das áreas de cultivo de feijão no sistema orgânico vem crescendo consideravelmente nos últimos anos. O cultivo orgânico é uma alternativa viável aos produtores pois permite o cultivo em pequenas áreas e reduz os custos de produção, o que possibilita um melhor retorno econômico. Por estas razões, surge o interesse por parte dos agricultores em produzir feijão em sistema orgânico (DEKA et al., 2021). Nesse contexto, a avaliação do desempenho dos genótipos de feijão em sistema orgânico pode contribuir para a definição de sistemas adequados de produção, bem como o surgimento de técnicas mais apropriadas para a obtenção de resultados satisfatórios.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização da composição química dos grãos de treze cultivares de feijão conduzidas em sistema orgânico de cultivo. Foram avaliadas as variações na composição mineral sendo os macro e micronutrientes essenciais, proteínas totais, proteínas solúveis e açúcares solúveis totais. Conteúdo fenólico total, taninos totais, coloração do tegumento dos grãos e o tempo de cozimento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DO FEIJÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma planta autógama anual, pertencente a família Fabaceae, gênero *Phaseolus* e espécie vulgaris (TROPICOS, 2020). O mesmo representa cerca de 50% dos grãos de legumes consumidos no mundo (TALUDER et al., 2010). Caracteriza-se por ser uma espécie cultivada por pequenos e grandes produtores rurais, em diversos sistemas de produção, podendo ser cultivado durante o ano todo em praticamente todas as regiões brasileiras (ETENE, 2019). No Brasil, a cultura mostra-se importante econômica e socialmente, pois é o terceiro maior produtor mundial do grão (FAO, 2019).

Além de ser um alimento importante como fonte de proteínas, carboidratos, vitaminas, minerais e fibras, o mesmo faz parte da dieta diária de grande parte da população nacional, assim, promovendo a geração de empregos e fonte de renda para as famílias ao longo da sua cadeia de produção, principalmente para a agricultura familiar, que representa até 70% da produção do feijão nacional (CONAFER, 2020).

O comércio mundial do feijão é limitado devido ser um produto de consumo eminentemente interno, apresentando poucos países produtores que visam o comércio externo. No entanto, o Brasil importa cerca de 150 mil toneladas ao ano para suprir a demanda interna do país, sendo a maioria da importação de feijão comum preto proveniente da Argentina (CONAB, 2018).

Nos estados brasileiros, são cultivados principalmente os grãos dos tipos carioca, preto, roxo, mulatinho, rosinha, vermelho e manteigão, sendo consumido nacionalmente até cerca de 70% do tipo carioca (SIQUEIRA, 2016). O Brasil destaca-se entre os maiores produtores de feijão, ficando atrás apenas de Myanmar e Índia (FAO, 2019).

No Brasil, o cultivo de feijão pode ser realizado em três épocas de semeadura: safra das águas (safra) ocorre de agosto a dezembro e concentra-se na região Sul, safra da seca (safrinha) ocorre de janeiro a abril e abrange todo o país e safra de outono/inverno ocorre entre maio a agosto concentrando-se no Centro-Oeste do país (SEAB, 2015). No entanto, a maior parte da produção dessa

leguminosa encontra-se situada em alguns estados apenas, sendo eles o Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás, Bahia, São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Ceará e Pernambuco (ETENE, 2019).

A safra de cultivo do feijão não afeta significativamente a sua composição nutricional, no entanto, fatores climáticos extremos (baixas temperaturas e elevada umidade), local de plantio e escolha da cultivar podem afetar, pois é uma planta suscetível a doenças e pragas (ARAUJO et al., 1996).

Devido à possibilidade de diferentes manejos na cultura do feijoeiro, a agricultura familiar mostra-se de grande importância para o desenvolvimento econômico do Brasil, ocupando 24,3% da área total de estabelecimentos agropecuários brasileiros e é responsável por aproximadamente 38% do valor bruto da produção gerada no país. Para agricultura paranaense, o feijão mostra-se de grande importância de cultivo, pois o cultivo de leguminosas é a principal alternativa para a subsistência de pequenos e médios agricultores, apresentando grande demanda de mão de obra tanto familiar como contratada, gerando emprego e renda no campo (SEAB, 2015).

Com o aumento de consumidores diferenciados com forte preocupação ambiental e interessados em produtos mais saudáveis, a produção de alimentos orgânicos é estimulada em grande parte dos produtores familiares. Desse modo, torna-se bastante propício à adesão do cultivo orgânico pela agricultura familiar (PADUA et al., 2013).

2.2 CULTIVO ORGÂNICO DE FEIJÃO

A agricultura orgânica surgiu na Inglaterra, nas décadas de 1920 a 1930 (DEKA et al., 2021). O uso desse tipo de cultivo resulta em alimentos saudáveis e livre de produtos químicos nocivos/tóxicos. Baseada em princípios ecológicos, a agricultura orgânica é considerada um sistema não-convencional, pois esse tipo de sistema tem como finalidade a utilização de recursos naturais de forma racional e sustentável, sendo possível a utilização de métodos tradicionais e tecnologias, desde que as mesmas sejam ecológicas, para explorar a terra a ser cultivada. Como consequência, a produção orgânica além de oferecer produtos saudáveis e livre de agroquímicos, também preserva a diversidade biológica, recicla

resíduos orgânicos, promove o uso correto do solo e desenvolve a sustentabilidade (ANDRADE et al., 2017).

O mercado de orgânicos está em crescente demanda pela população devido a busca por produtos livres de agroquímicos, a agricultura familiar tem a necessidade de produzir alimentos mais saudáveis e com menor utilização de agrotóxicos, para isso, tem-se realizado a produção em sistema orgânico, onde o mesmo é caracterizado pela adoção de técnicas específicas, a partir da otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis, o mesmo, tem por objetivo o emprego sempre que possível de métodos culturais biológicos e mecânicos, ao invés da utilização de materiais sintéticos (DEKA et al., 2021).

A agricultura familiar cultiva aproximadamente 70% do feijão produzido no Brasil, e com a presença de alternativas como redução de custos de produção e agregação de valor ao produto é um incentivo para a produção orgânica do feijão por esses agricultores (GOMIERO., 2021).

O feijão é uma planta exigente em nutrientes, pois apresenta ciclo curto de 90 a 100 dias, e possui o sistema radicular pequeno e pouco profundo. A fase de maior necessidade nutricional é a reprodutiva, é quando ocorre a alocação dos nutrientes para a formação de vagens (OLIVEIRA et al., 1996). Em sistemas orgânicos utiliza-se fontes de nutrientes pouco solúveis, para assim minimizar a contaminação do lençol freático. As principais fontes de nutrientes utilizadas e permitidas para sistemas orgânicos são esterco, farinha de ossos, compostos naturais, sulfatos, cinzas, calcário, gesso entre outros (ANDRADE et al., 2017).

Para realização do manejo de pragas e doenças nesse sistema cultivo, realiza-se o controle fitossanitário preventivo, buscando principalmente um equilíbrio, através da utilização de antagonistas com o uso do controle biológico utilizado para evitar a instalação ou até controlar várias doenças (JACOBSON, 1989).

A produção sustentável de alimentos pode ser resultados do sistema de produção orgânico, além do aumento da segurança alimentar (AZADI et al., 2011). No entanto, essa prática enfrenta desafios associados a produtividade mais baixa em relação ao cultivo convencional, devido a conversão de sistemas, até que consiga novamente o equilíbrio do sistema de manejo (SACCO et al., 2015). Além disso, a produção de feijão orgânico com boa produtividade necessita a identificação

de genótipos mais adaptados a esse manejo (SINGH et al., 2009).

O feijão é uma cultura de grande relevância para a segurança alimentar, em várias regiões do mundo, quando cultivado no sistema orgânico resulta em um produto de maior qualidade para o consumidor por não ser utilizado agroquímicos no seu cultivo, dessa forma, tem-se como resultado um grão mais saudável que além de possuir vários nutrientes benéficos a saúde humana, também possui elementos nutracêuticos (GOMIERO., 2021).

2.3 PROPRIEDADES NUTRACÊUTICAS

A importância do feijão no Brasil não está apenas na sua produtividade e rentabilidade, pois dentre as leguminosas, o feijão é a mais consumida e uma das principais fontes proteicas para as populações pobres (RAMÍREZ et al., 2018).

São atribuídos à sua composição, propriedades nutricionais relevantes à saúde, dessa forma, o feijão apresenta alto valor nutricional, teores significativos de proteínas, carboidratos, vitaminas, ácidos graxos essenciais, minerais, fibras e apresenta baixo conteúdo de gordura e colesterol. Além de nutrientes, o feijão também é enriquecido em compostos bioativos, como polifenóis e flavonoides. Esses compostos, possuem capacidade de interferir nos processos oxidativos e apresentam atividade anti-inflamatória. Nesse contexto, o consumo do feijão está associado com prevenção e controle de diversos problemas relacionados ao envelhecimento, diabetes, obesidade, doenças cardiovasculares, gastrointestinais e câncer (RAMÍREZ et al., 2018).

As diferenças de características químicas apresentadas pelos grãos pode ocorrer de acordo com a variação em relação a genética e a coloração dos grãos, pois os componentes nutricionais são encontrados em diferentes concentrações. Por exemplo, por apresentar alto teor de antocianinas, polifenóis e flavonoides o feijão apresenta uma maior capacidade antioxidante do que outras variedades com menores teores de compostos bioativos (CORZO-RÍOS et al., 2020). Além disso, o armazenamento inadequado do grão de feijão pode levar a problemas físicos e mudanças químicas nos grãos podendo afetar suas proteínas e qualidade dos nutrientes (ÁVILA et al., 2020).

Dessa forma, a avaliação da composição química dos grãos é

importante uma vez que podem contribuir/evitar deficiências minerais cada vez mais presentes nas populações. As deficiências de minerais na população humana tem se registrado na infância e na vida adulta e atingem mais de três milhões de populações no mundo (FAO, 2017). Em um estudo realizado por Stevens (1974), o feijão foi a terceira melhor opção como fonte de cálcio quando comparado com outras 39 espécies de origem vegetal. Comparado a outras leguminosas, o feijão apresenta 50% mais Cálcio do que o grão-de-bico e 100% a mais que a lentilha (SEBASTIÁ et al., 2001).

Em relação ao ferro, o feijão apresenta alto teor de ferro nas sementes e tem sido utilizado na alimentação para a suplementação de ferro, visto que os produtos de origem animal, que também são fontes de ferro, possuem um elevado custo e tornam-se inacessíveis a muitas pessoas (AKOND et al., 2011).

Apesar de o feijão apresentar vários nutrientes e benefícios para a saúde, ele possui alguns compostos indesejáveis que acabam diminuindo a biodisponibilidade e a digestibilidade dos componentes desejáveis presentes no grão, limitando assim, a utilização de proteínas e carboidratos, além de prejudicar o valor nutricional desse alimento (VALDÉS, 2011).

2.4 COMPOSIÇÃO MINERAL E PROTEÍNAS

Quase metade da população mundial possui deficiência de micronutrientes, e em maior número ocorre em mulheres, crianças e adolescentes. Dentre os micronutrientes, a deficiência do ferro é a mais importante, pois é um nutriente essencial para o crescimento humano, desenvolvimento e manutenção do sistema imunológico (ALVES et al., 2018).

Dessa forma, a deficiência pode coexistir em vegetarianos, veganos, mulheres grávidas e bebês, pela falta de alimentação a base animal. Diante disso, uma possibilidade para pessoas que optam por não se alimentar com alimentos a base animal, o feijão mostra-se ser uma alternativa viável, pois além de possuir vários compostos nutracêuticos, também tem potencial de ser um alimento alternativo que disponibiliza teores de ferro necessários para suprir a demanda desse micronutriente (ALVES et al., 2018).

Outro micronutriente essencial de grande importância na manutenção

da saúde é o zinco, pois desempenha papéis essenciais nos fluidos corporais como constituinte de tecido do organismo e regulador do metabolismo de diversas enzimas, atua como catalisador em diversas reações biológicas, dessa forma capacita o organismo a executar funções como produção energética e o crescimento (OLIVEIRA., 2019). A deficiência de Zinco no organismo afeta o sistema imunológico e impede o combate na formação de radicais livres, causa retardo no crescimento, diarreia, afeta a síntese de DNA, além de outros sintomas. De acordo com MARQUES et al., (2012), seu consumo diário varia de acordo com a idade, dessa forma, para crianças e adolescentes de um a dezoito anos a indicação é de 3 a 15 mg/dia.

Outros nutrientes também são muito importantes para a saúde humana, como o cobre, pois auxilia na absorção do ferro, necessário para a produção de energia e regula o colesterol. Para a atividade hormonal do organismo é necessário a presença do magnésio. O fósforo atua na formação dos ossos, e nas contrações musculares. O potássio, atua no controle da pressão arterial enquanto o sódio na sua regulação participa da absorção de aminoácidos, glicose e água (LUGO et al., 2017). Dessa forma, pode-se observar a importância da presença desses nutrientes na dieta humana. Outro fator importante é saber a quantidade de cada nutriente presente no grão para a alimentação (Tabela 1).

Tabela 1 – Conteúdo de elementos minerais de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), dados em mg/100 g de grãos.

Nutrientes	Feijão Comum
Cálcio	83
Ferro	6,69
Magnésio	138
Fósforo	406
Potássio	1359
Zinco	2,79
Cobre	0,699

Fonte: USDA, 2018.

Além da composição mineral, as leguminosas apresentam alto conteúdo proteico, o feijão é conhecido como “a carne dos pobres” por ser rico nutricionalmente e de baixo custo (ICARDA, 2016). Ele é composto por 20-30% de proteínas, que desempenham funções como armazenamento, defesa,

desintoxicação, crescimento e desenvolvimento (KATUURAMU et al., 2018). No entanto, fatores ambientais, como localização geográfica, diferenças nas safras, anos agrícolas diferentes e condições edafoclimáticas pode influenciar o conteúdo de proteínas (BURATTO et al., 2009).

O feijão representa a principal fonte de proteína das populações de baixa renda, pois muitas vezes substitui o consumo de carnes, devido ao valor da proteína de origem animal ser muito maior do que o valor do feijão. Portanto, é um produto que possui importância nutricional, econômica e social. Sua contribuição como fonte de proteína é bastante significativa, pois contribui com 28% de proteínas através do consumo diário de 50 a 100 g por dia/pessoa (RIBEIRO, 2017).

2.5 COMPOSIÇÃO MINERAL DOS GRÃOS EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Nos últimos cinquenta anos, houve um aumento da produção agrícola maior do que o crescimento populacional (FAOSTAT, 2018). No entanto, esse aumento da produção, nem sempre fornece as quantidades adequadas de nutrientes essenciais para a dieta humana, devido a diminuição nas concentrações de nutrientes nos grãos (SMITH et al., 2018). O acúmulo de nutrientes nos grãos não ocorre somente pela presença do elemento no solo, sendo que alguns fatores podem ser determinantes para a concentração dos nutrientes nos grãos, como tipo de solo e práticas agrícolas (fertilização com NPK, calagem, biofortificação) (JORDAN-MEILLE et al., 2021).

Segundo Briat et al. (2020), o suprimento de minerais no solo, não pode ser considerado unicamente determinante para a disponibilidade para as plantas, pois a disponibilidade no solo de cada elemento individual (N, P, K e S), está sob controle da planta e do solo. Além disso, a disponibilidade de cada elemento no solo depende do fornecimento e da disponibilidade dos demais elementos. O fornecimento de fertilizante pode afetar algumas propriedades do solo como pH e a capacidade de troca catiônica, onde os mesmos, afetam a disponibilidade de nutrientes e o crescimento da planta.

As diferentes características do solo, como a textura possui grande influência, pois os solos argilosos geralmente são associados a grãos mais

enriquecidos com minerais do que os arenosos (MANZEKE et al., 2019). Em relação ao papel dos fertilizantes, a utilização de NPK, influencia não só a produtividade, mas também a qualidade do produto, em consequência da alteração do teor proteico e a composição mineral. Deste modo, a disponibilidade de nutrientes no solo pode influenciar a composição química dos grãos, de forma que possa melhorar a sua qualidade nutricional (OLIVEIRA et al., 2012). Em paralelo a fertilização, a calagem neutraliza a acidez do solo, influencia na solubilidade dos minerais e o potencial de absorção pelas culturas e também o conteúdo mineral dos grãos (JORDAN-MEILLE et al., 2021).

A solubilidade dos minerais no solo é impactada pela acidificação. Com o aumento do pH do solo, diminui a solubilidade da maioria dos cátions. Para cátions divalentes (Zn^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+}) a solubilidade reduz cem vezes para cada aumento de unidade de pH. Em relação aos macronutrientes, é mais heterogêneo, onde por exemplo, a solubilidade do potássio (K^+) apresenta relação mínima com o pH. Já a solubilidade do fósforo (P), é reduzida pelo Fe^{2+} e Al^{3+} solúveis em baixos valores de pH (HOLLAND et al., 2019). O potencial redox (rH), além do pH, também possui forte influência na solubilidade de alguns minerais. Dessa forma, torna-se difícil correlacionar pH à solubilidade de alguns minerais devido a grande variabilidade sazonal do rH (HOLLAND et al., 2019).

Portanto, a composição dos minerais vegetais, não é a simples transposição da composição da solução do solo. Para a planta atingir o rendimento máximo, além de fatores como o clima e genótipo, a nutrição mineral de plantas vêm sendo estudada para determinar aplicações ótimas de fertilizantes em plantações. No entanto, a taxa de absorção de nutrientes pelas plantas é co-regulada pela concentração de nutrientes no solo e pela capacidade de crescimento da planta. Dessa forma, a disponibilidade de nutrientes no solo é decorrente do funcionamento do sistema solo-planta (LEMAIRE et al., 2019).

2.6 CONTEÚDO FENÓLICO

A presença de compostos fenólicos nas plantas têm sido amplamente estudada devido às suas atividades farmacológicas e antinutricionais (ANGELO et al., 2007). Os compostos fenólicos são essenciais para o crescimento e reprodução

das plantas. Eles são originados do metabolismo secundário das plantas, onde se formam em condições de estresse como, infecções, ferimentos dentre outros. Além de atuarem como agente antipatogênico, contribuem na pigmentação, sendo responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa nos alimentos (ALARA et al., 2021).

Os fenólicos são definidos quimicamente como substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais. Dentre esse grupo, existe cerca de cinco mil fenóis, incluindo os taninos (ALARA et al., 2021).

Os compostos fenólicos servem como antioxidantes, pois são capazes de suprir a formação de espécie de radicais iniciadores pela inibição de enzimas ou íons metálicos quelantes envolvidos na iniciação do processo de produção de radicais livres. Desta forma, a suplementação de antioxidantes é necessária para diminuir os efeitos prejudiciais dos processos oxidativos nos organismos vivos (GUZMÁN et al., 2007).

Além do conteúdo fenólico apresentar compostos nutricionais, também apresenta compostos não nutricionais, os quais também são chamados de antinutricionais, que incluem as lectinas, saponinas, ácido fítico, taninos e oligossacarídeos. Esses compostos, apresentam efeitos fisiológicos adversos para a nutrição e saúde humana, e em certas concentrações podem ainda, diminuir a digestibilidade de proteínas e carboidratos. (CORZO-RÍOS et al., 2020).

Outro efeito produzido pelos polifenóis, taninos, ácido fítico e pelos inibidores de lectinas presentes nos compostos antinutricionais é a biodisponibilidade / absorção de ferro e zinco a nível intestinal e baixa digestibilidade de proteínas (CAMPION et al., 2013).

Os taninos são fenólicos que não se apresentam na forma livre nos tecidos vegetais e são classificados como polímeros. Eles são compostos de alto peso molecular que conferem ao alimento a sensação de adstringência e são classificados em dois grupos, baseados em seu tipo estrutural, são os taninos hidrolisáveis que são prontamente hidrolisáveis com ácidos, bases ou enzimas, e os condensados são polímeros que não são prontamente hidrolisáveis por tratamento ácido (ANGELO et al., 2007).

A ligação entre taninos e minerais ou proteínas interfere no processo de digestibilidade, como consequência observa-se absorção reduzida e disponibilidade limitada de nutrientes. Dessa forma, os complexos não são facilmente digeríveis, pois os taninos se ligam às proteínas da dieta e também às enzimas digestivas (LOS et al., 2018).

Os antinutricionais que fazem parte do alimento e são de natureza variada, nesse caso os taninos, auxiliam a diminuição do valor nutricional do alimento devido a redução da disponibilidade de nutrientes. A presença de compostos antinutricionais pode comprometer o aproveitamento dos nutrientes, a digestibilidade de proteínas e inibir a atividade de enzimas. Dessa forma, a inativação ou remoção de componentes indesejáveis são essenciais para melhorar a qualidade nutricional e aceitabilidade organoléptica dos feijões e, por sua vez, ajudar a utilização de seu potencial na alimentação (SILVA et al., 2011).

2.7 DETERMINAÇÃO DA COR

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta uma grande diversidade na coloração do tegumento dos grãos, e o consumidor é quem define a aceitação ou não do produto. Mesmo havendo preferência regionalizada, a coloração do alimento muitas vezes é associada a qualidade, e conseqüentemente induz ao consumidor a adquirir ou não o produto. O grão de feijão pode ser caracterizado primeiramente com a cor primária, como preto, bege e branco, e também pode ocorrer a coloração secundária, que é expressa na forma de estrias, rajadas ou manchas de diferentes tonalidades (RIBEIRO et al., 2008).

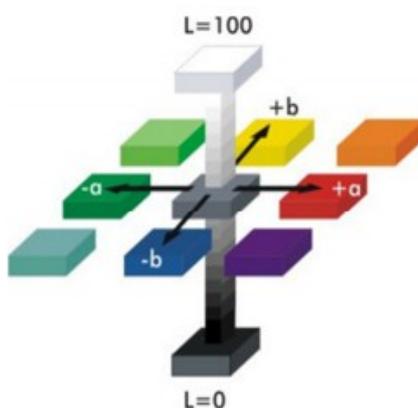
No Brasil, um dos feijões mais consumidos são os do grupo carioca que apresenta a cor primária bege e com estrias marrons, e posteriormente o preto que apresenta apenas a coloração primária (BORÉM, 2013).

Um dos fatores que levam o consumidor escolher o grão de feijão é que pode ser determinada por meio de colorimetria do tegumento do grão de maneira mais precisa por um colorímetro. A coloração do tegumento do grão é quantificada através do colorímetro em três eixos (L^* , a^* e b^*). Onde a Comissão Internacional de Iluminação (CIE) de 1976 estabeleceu o sistema de cores L^* , a^* , b^* (HUNTERLAB, 1996). Nesse sistema, o valor de " L^* " representa a luminosidade, e

os valores de a^* e b^* indicam a cromaticidade (Figura 1).

O eixo vertical representado pelo valor do “ L^* ” caracteriza a luminância, a mesma é expressa de $L^*=0$ a $L^*=100$ significando uma amostra de cor preta quando o $L^*=0$ e amostra de cor branca para $L^*=100$. O valor de a^* e b^* representa a cromaticidade, onde o a^* (-60 a +60) representa do tom verde quando negativa e vermelho quando positiva. Já o valor de b^* (-60 a +60) tende azul quando negativo e a amarelo quando positivo ÁVILA et al., (2020).

Figura 1 – Diagrama de cores CIE L^* , a^* e b^* .



Fonte: HunterLab, 1996.

Quanto ao valor de mercado, as cultivares de feijão carioca, que apresentam o valor de “ L^* ” superior a 55,00 tem maior valor de mercado, pois a maior claridade é associada a um bom sabor e rápido cozimento (RIBEIRO et al., 2008). Já para o feijão preto, o “ L^* ” deverá ser inferior a 22,00, pois valores superiores a 22,00 está associado a coloração arroxeadada, menor qualidade e maior tempo de cozimento (RIBEIRO et al., 2003). A análise dos valores de a^* e b^* com o valor de “ L^* ”, expressam a intensidade da coloração do tegumento mais detalhada. Por isso, quando há uma grande variabilidade na coloração do tegumento é necessário incluir os valores das cromaticidades.

Os fenóis contribuem significativamente para a cor do tegumento do feijão, além da distribuição e intensidade dos pigmentos. Quando ocorre processos enzimáticos e não enzimáticos esses compostos são suscetíveis a mudança de cor. Portanto, em estudos reacionados com a cor dos grãos, é importante estudar a

quantidade de fenóis ÁVILA et al., (2020).

2.8 TEMPO DE COZIMENTO

O tempo de cozimento é um dos principais fatores que afetam a demanda, o consumo e aceitabilidade do feijão (KATUNGI et al., 2011). O mesmo, é variável para cada cultivar, no entanto, uma cultivar pode variar seu tempo de cozimento devido as condições de armazenamento pós-colheita (WAFULA et al., 2020).

O tempo de cozimento de um grão recentemente colhido pode variar de 30 a 120 minutos (GARCIA et al., 2012). Quando é realizado o armazenamento inadequado do grão, o mesmo, pode levar até 8 horas para cozinhar, isso, devido ao desenvolvimento do defeito textural Hard-To-Cook (HTC), ocasionando o endurecimento do cotilédone, causando assim, um aumento no tempo de cozimento mesmo o feijão se hidratando adequadamente, pois o seu amolecimento é prejudicado (WAFULA et al., 2020).

Geralmente o cozimento convencional, ocorre em duas etapas de degradação da textura, iniciando pela imersão e em seguida pelo processamento térmico através da ebulição da água de fervura. Durante o cozimento, a etapa limitante da taxa de amolecimento do feijão é a solubilização da pectina presente na lamela média e nas paredes celulares do cotilédone (CHIGWEDERE et al., 2018). Desta forma, o tempo para atingir o cozimento dos grãos é um importante indicador de qualidade para melhoristas, distribuidores de sementes, indústrias de alimentos e consumidores (WOOD, 2017).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CONDIÇÃO DO EXPERIMENTO A CAMPO

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco nos meses de outubro de 2019 a janeiro de 2020, apresentando as coordenadas geográficas (26°10'33.8"S 52°41'22.9"W) e aproximadamente 700 metros de altitude. O solo do local de estudo foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico (Embrapa 2018). O clima da região segundo a classificação de Köppen é o Cfa (subtropical úmido). A precipitação média anual situa-se em 1947mm/ano.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com treze genótipos de feijão (Tabela 3) e três repetições, sendo cada parcela constituída de quatro linhas com três metros de comprimento onde foram dispostas 12 sementes por metro linear, com espaçamento de 0,45 metro entre linhas.

A semeadura foi realizada conforme as condições climáticas no mês de outubro de 2019. Para a adubação de base foram utilizadas formulações conforme a necessidade do solo (Tabela 2), de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do feijão conforme o manual de adubação e calagem do estado do Paraná (SBCS, 2017), fornecendo 116 kg de N e 37 kg de K₂O /ha através da aplicação de cama de aviário peletizada na semeadura e pós-semeadura em cobertura, já para o suprimento de fósforo utilizou-se o termofosfato Yoorin® em pós-semeadura onde forneceu 130 kg de P₂O₅.

Tabela 2 – Resultado da análise química do solo, na profundidade de 0,0-0,20 m, coletadas aleatoriamente na área do experimento. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

MO	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	B	Fe	Mn	PH	V	Índi ce SM P	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	mg/ dm ⁻³	caCl ₂	(%)		cmol _c / dm ⁻³	cmol _c / dm ⁻³
49,94	10,47	0,80	7,17	3,0	3,2	3,3	0,3	78,0	84,7	5,5	70,4	6,10	10,9	4,61
				0	8	2	1	5	6	0	1		7	

Fonte: RUFATTO, J., 2021.

As cultivares de feijão utilizadas, apresentam diferenças quanto ao hábito de crescimento, e estão classificadas de acordo com o CIAT, em quatro tipo principais: Tipo I: hábito de crescimento determinado, arbustivo e porte da planta

ereto; Tipo II: hábito de crescimento indeterminado, arbustivo, porte da planta ereto e caule pouco ramificado; Tipo III: hábito de crescimento indeterminado, porte da planta prostrado ou semi-prostrado, com ramificação bem desenvolvida e aberta; Tipo IV: hábito de crescimento indeterminado, porte trepador, o caule possui forte dominância apical e um número reduzido de ramos laterais, pouco desenvolvidos (OLIVEIRA et al., 2018).

Tabela 3 – Principais características das cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) utilizadas no estudo. UTFPR, Campus Pato Branco, 2021.

Cultivar	Ciclo Médio (dias)	Grupo Comercial	Cor do Grão	Hábito de Crescimento	Porte da Planta
BRS Intrépido	89	Preto	Preto	Indeterminado – Tipo II	Ereto
BRS Esplendor	85	Preto	Preto	Indeterminado – Tipo II	Ereto
ANfp 110	85	Preto	Preto	Indeterminado – Tipo II	Ereto
IPR Uiarapuru	86	Preto	Preto	Indeterminado – Tipo II	Ereto
BRS Campeiro	85	Preto	Preto	Indeterminado – Tipo II	Ereto
BRSMG Madrepérola	88	Carioca	Bege claro com rajadas marrom claras	Indeterminado – Tipo III	Prostrado
IPR Tangará	87	Carioca	Bege claro a cinza, com listras marrons	Determinado – Tipo II	Ereto
IAC Imperador	75	Carioca	Bege claro a cinza, com listras marrons	Determinado – Tipo I	Ereto
IPR Andorinha	73	Carioca	Bege claro a cinza, com listras marrons	Determinado – Tipo I	Semi-ereto
ANfc 9	94	Carioca	Bege claro	Indeterminado – Tipo I	Semi-ereto
BRSMG Realce	77	Rajado	Bege com rajadas e pontuações vermelhas	Determinado – Tipo I	Ereto
IPR Quero-Quero	89	Carioca	Bege claro a cinza, com listras marrons	Determinado – Tipo I	Semi-ereto
TAA Dama	93	Carioca	Bege claro a cinza, com listras marrons	Indeterminado – Tipo III	Prostrado

Fonte: RUFATTO, J., 2021.

O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capina e

arranque manual sempre que houve necessidade. O controle de pragas foi realizado por meio de aplicações de DalNeem EC (óleo de neem) e boveril® (*Beauveria bassiana*), e o controle de doenças foi realizado através da aplicação preventiva de Bordasul (calda bordalesa) e Trichodermil SC 1306 (*Trichoderma harzianum*).

Foi realizada a colheita das parcelas assim que as cultivares atingiram a maturação fisiológica, o que corresponde ao estágio de desenvolvimento em que as plantas estão com folhas amarelas, com os legumes mais velhos secos e com os grãos na sua capacidade máxima de desenvolvimento, os mesmos foram trilhadas e limpos separadamente. A secagem dos grãos foi feita sob ventilação constante até umidade de 14%. Posteriormente, as amostras foram armazenadas em freezer a -20 °C.

3.2 VARIÁVEIS AVALIADAS

3.2.1 Concentração de proteínas totais

A quantificação de proteínas totais foi realizada segundo a método de Kjeldahl (AOAC, 1995). Compreendido pelas etapas de digestão, destilação e titulação da amostra. Onde pesou-se 0,20 g da amostra e a colocou em um tubo de digestão com 0,70 g da mistura catalítica composta por Se, Na₂SO₄ e Cu₂SO₄, logo 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 e dois minutos em cada temperatura da rampa, e no final, e 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 e em seguida procedeu-se à destilação com solução de NaOH e ácido bórico.

Após processo de destilação, foi realizada a titulação com solução padrão de HCl 0,1N, com fator conhecido, através da fatoraçoão tris, até ponto de viragem do indicador. Para converter o nitrogênio medido e obter o valor de proteína, o conteúdo de nitrogênio foi multiplicado pelo fator de conversão de 6,25.

3.2.2 Concentração de proteínas solúveis

A quantificação de proteínas foi realizada segundo a metodologia descrita por Bradford (1976), onde foi pesado 1 g de material vegetal em seguida macerados em almofariz com 10mL de tampão fosfato 0,2 M pH 7,5. Os extratos foram centrifugados a 12.000 rpm por 10 minutos a 4 °C. Foi transferido 50uL de sobrenadante para o tubo de ensaio e foi adicionado 450uL de água destilada e 1mL do reagente diluído de Bradford, essa mistura foi utilizada para a análise, as leituras foram feitas em espectrofotômetro (Shimadzu, UV-1800, Tóquio, Japão), em comprimento de onda de 630nm. Para a quantificação foi utilizado o espectrofotômetro, onde as cubetas da curva padrão foram posicionadas em ordem crescente de concentração, após a leitura foram posicionadas as cubetas contendo as amostras e foi procedido com a leitura. A concentração de proteínas foi expressa em função da curva-padrão de BSA (soroalbumina bovina).

3.2.3 Concentração de açúcares solúveis totais

Para a determinação de açúcares solúveis totais, foi utilizado o método descrito por Dubois et al., (1956). A determinação da quantidade de açúcar foi feita em referência à curva padrão previamente construída para o açúcar examinado em questão. A curva padrão foi obtida relacionando-se a variável absorbância com a concentração de açúcar (DUBOIS et al., 1956).

Foram pesados 1 g de material vegetal, que foi macerado com 10mL de tampão fosfato e a amostra foi dividida em três microtubos de centrífuga com capacidade para 2 mL para serem centrifugadas a 12000 a 4 °C por 15 minutos. Posteriormente, foi recuperado 10uL da amostra e transferido para o tubo de ensaio, onde foi adicionado 0,49mL de água destilada, 0,5mL de fenol 5% v/v e 2,5mL de ácido sulfúrico a 98%, para posterior leitura em espectrofotômetro (Shimadzu, UV-1800, Tóquio, Japão), em comprimento de onda de 490nm. Os dados obtidos através da leitura da absorbância dos extratos foram submetidos à curva padrão de glucose previamente realizada, para a obtenção do teor de açúcares solúveis totais das amostras.

3.2.4 Fenóis Totais

A determinação de fenóis totais foi realizada segundo o método

modificado por Nozella (2001). Pesou-se 200mg de amostra moída, e transferiu-se para um Becker de 30mL e adicionado 10mL de acetona a 70%. Posteriormente, a amostra foi submetida a sonicação, em água gelada, por um período de 20 minutos. Após isso, a amostra foi centrifugada por 10 minutos a 4 °C, a 3000 g. O sobrenadante foi coletado e conservado sob refrigeração.

Para dar prosseguimento a análise, foram adicionados em tubo de ensaio, 50uL do sobrenadante de cada amostra, e acrescentado 450uL de água destilada, 500uL do reagente Folin-cio-calteu diluindo (1:4) e 1,25mL de solução de Na₂CO₃ a 20% v/v. Os tubos foram agitados, e após 40 minutos foi feita a leitura em espectrofotômetro (Shimadzu, UV-1800, Tóquio, Japão), em comprimento de onda de 725nm. A concentração de fenóis totais foi calculado em equivalentes de ácido tânico (AT), através da curva padrão, e expresso em mg g⁻¹.

3.2.5 Análise de Taninos

A determinação de taninos foi realizada segundo o método modificado por Nozella (2001). Pesou-se 200mg de amostra moída, e foram colocadas em um Becker de 30mL e adicionado 10mL de acetona a 70%. Posteriormente, a amostra foi submetida a maceração, em água gelada, por um período de 20 minutos. Após isso, a amostra foi centrifugada por 10 minutos a 4 °C, a 3000 g. O sobrenadante foi coletado e conservado sob refrigeração.

Para dar prosseguimento à análise foram adicionados em tubo de ensaio, 100 mg de PVPP e adicionou-se 1 mL de água destilada e 1 mL do extrato diluído. Os tubos foram agitados e colocados por 15 minutos na geladeira. Logo após, os tubos foram agitados novamente e centrifugados a 3000 g por 10 minutos a 4 °C. Coletou-se 100uL só sobrenadante e transferiu-se para o tubo de ensaio com 400uL de água destilada mais 500uL do reagente de Folin-cio-calteu diluindo (1:4) e 1,25mL de solução de Na₂CO₃ a 20%. Os tubos foram agitados novamente e após 40 minutos foi realizada a leitura em espectrofotômetro (Shimadzu, UV-1800, Tóquio, Japão), em comprimento de onda de 725nm. A concentração de taninos foi calculado em relação a diferença de fenóis totais a fenóis simples em equivalentes de ácido tânico.

3.2.6 Determinação da cor do tegumento dos grãos

A coloração do tegumento foi avaliada em colorímetro CR-400, utilizando-se a escala de cor CIE $L^* a^* b^*$. As amostras foram homogenizadas, colocadas em uma placa de petri e submetidas á análise de coloração em triplicata. Os resultados são expressos em termos de luminosidade L^* cromaticidade a^* e b^* (BAL et al., 2011).

3.2.7 Determinação do Tempo de Cozimento

O tempo de cozimento dos grãos foi determinado com um cozedor de Mattson de 25 hastes de 90 g e 1,0 mm de diâmetro da ponta da haste, seguindo a metodologia adaptada por Proctor & Watts (1987).

Os grãos foram colocados em pacotes de plástico com 50mL de água destilada, após 8 horas de embebição a temperatura ambiente, a água foi eliminada e os grãos foram colocados na placa de suporte da panela de Mattson, logo após, foi adicionado 3 litros de água destilada em ebulição dentro da panela, e posteriormente colocado o suporte com os grãos. A panela foi mantida em fogo médio e à medida que ocorreu o cozimento, a haste caiu e perfurou o grão. O tempo médio de queda das 13 primeiras hastes foi considerado como o tempo médio de cozimento de cada amostra (RIBEIRO et al., 2014).

3.2.8 Análise de macro e micronutrientes

Para determinação de macro e micronutrientes as amostras foram trituradas e enviadas ao Laboratório de fisiologia da UTFPR, Pato Branco, PR, onde foi realizada a digestão das amostras segundo a metodologia descrita por Tedesco et al., (1995), para posterior leitura dos minerais.

Para N, P, K foi realizada a digestão sulfúrica, onde pesou-se 0,20 g da amostra e a colocou em um tubo de digestão com 0,70 g da mistura catalítica composta por Se, Na_2SO_4 e Cu_2SO_4 , logo adicionou-se 1 mL de H_2O_2 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 e dois minutos em cada temperatura da rampa, e no final, e 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).

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 HNO_3 e HClO_4 na proporção 2:1 (v/v), e levou-se os tubos para o bloco digestor aumentando gradativamente a temperatura até atingir 160 °C onde ficou até o volume da amostra ser reduzido pela metade (cerca de 40 minutos). Aumentou-se a temperatura até a obtenção de fumos branco de HClO_4 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: N, por arraste de vapor pelo método Kjeldahl; P, por espectrofotometria UV-Vis; K, por fotometria de chama; e Ca, Mg, Fe, Zn, Mn e Cu foram determinados por espectrometria de absorção atômica com chama (BINOTTI ET AL., 2008).

3.9 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. Tendo 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 DISCUSSÕES

Para a variável proteínas totais não houve diferença significativa entre as cultivares. Foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,01$) entre as cultivares para concentração de açúcares solúveis totais (AST), fenóis totais e taninos totais. Já para proteínas solúveis, houve diferença entre cultivar ($p \leq 0,05$), (Tabela 4). Deste modo, foi realizado teste de comparação de média para estes caracteres (Tabelas 5, 6, 7 e 8).

Tabela 4 – Resumo da análise de variância para concentração de proteínas totais, proteínas solúveis, açúcares solúveis totais (AST), fenóis totais e taninos totais em cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Fonte de variação	GL	QM				
		Proteínas Totais	Proteínas Solúveis	AST	Fenóis Totais	Taninos Totais
Blocos	2	4,972543	0,244302	2,693473	0,006302	0,010054
Cultivar	12	1,269081ns	2,424145*	25,63649**	0,25646**	0,223893**
Erro	24	1,002218	0,9086541	5,836994	0,02176	0,020413
Média		21,82322	17,320214	9,200875	0,82244	0,793553
CV (%)		4,587353	5,503551	26,25823	17,936	18,00415

** , * significativo a 1% e 5% de probabilidade de erro, respectivamente, GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; CV (%): coeficiente de variação. Fonte: RUFATTO, J., 2021.

4.1 CONCENTRAÇÃO DE PROTEÍNAS TOTAIS

O conteúdo de proteínas totais nos grãos (Tabela 5) das diferentes cultivares de feijão variou de 20,81 a 22,77 g 100g⁻¹, no entanto, não apresentou diferença significativa entre cultivares, apresentando valor médio de 21,82 g 100g⁻¹.

Os valores expressos no presente trabalho nos grãos de feijão indicou uma grande quantidade de proteína nesse vegetal e seu potencial como fonte de proteína na dieta humana. Em estudo realizado por Lovato et al. (2018) em sistema convencional, essa mesma característica foi avaliada e obtiveram como resultado grãos do tipo preto apresentaram média de 20,21 g 100g⁻¹, enquanto os grãos do tipo carioca a média foi de 19,76 g 100g⁻¹. Dessa forma, comparando com os resultados obtidos no presente trabalho a esses tipos de grãos, mostra-se que o presente estudo obteve valores superiores ao trabalho citado acima.

Tabela 5 – Média de concentração de proteínas totais (g 100g⁻¹ de tecido vegetal) em cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Cultivar	[proteínas]
BRS Intrépido	21,2040
BRS Esplendor	21,2040
ANfp 110	22,3820
IPR Uiarapuru	21,7930
BRS Campeiro	22,3820
BRSMG Madrepérola	21,5966
IPR Tangará	21,2040
IAC Imperador	22,7746
IPR Andorinha	21,5966
ANfc 9	22,7746
BRSMG Realce	22,3820
IPR Quero-Quero	20,8113
TAA Dama	21,5966
Média	21,82322

Fonte: RUFATTO, J., 2021.

Marquezi et al. (2016) ao avaliarem a cultivar BRS Campeiro, em Ponta Grossa – PR, no sistema de cultivo convencional, obtiveram teor de proteína para essa cultivar de 23,6 g 100g⁻¹, enquanto o presente estudo obteve 22,38 g 100g⁻¹. Soares et al. (2012), ao avaliaram características de feijões crioulos orgânicos cultivados em Goiânia – GO, obtiveram teores de proteínas de 16,23 a 18,79 g 100g⁻¹, sendo esses resultados inferiores aos encontrados no presente trabalho.

Analisando o teor de proteína resultante desse tipo de cultivo, entende-se que as cultivares apresentadas têm potencial para o cultivo de pequenos agricultores, uma vez que estes optem pela produção orgânica que não utiliza-se fertilizantes químicos que fornece o N prontamente disponível para as plantas no sistema convencional, podendo influenciar na composição química dos grãos (OLIVEIRA et al., 2012). Dessa forma, o cultivo orgânico produziu grãos com excelente fonte de proteína.

4.2 CONCENTRAÇÃO DE PROTEÍNAS SOLÚVEIS

O conteúdo de proteínas solúveis nos grãos (Tabela 6) das diferentes

cultivares de feijão variou de 15,25 a 18,81 g 100g⁻¹, sendo que a cultivar BRSMG Madrepérola (18,81) foi superior às demais, seguida pela IPR Andorinha (18,08), onde não diferiu estatisticamente da mesma. A cultivar BRS Campeiro (15,25) obteve resultado inferior a todas as cultivares, no entanto, a mesma, diferiu apenas da cultivar BRSMG Madrepérola (18,81).

Tabela 6 – Média de concentração de proteínas solúveis (g 100g⁻¹ de tecido vegetal) em cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Cultivar	[proteínas]
BRS Intrépido	17,145 ab
BRS Esplendor	17,3116 ab
ANfp 110	18,0338 ab
IPR Uiarapuru	17,8116 ab
BRS Campeiro	15,2561 b
BRSMG Madrepérola	18,8116 a
IPR Tangará	17,8672 ab
IAC Imperador	17,2005 ab
IPR Andorinha	18,0894 ab
ANfc 9	16,4783 ab
BRSMG Realce	16,4227 ab
IPR Quero-Quero	17,4227 ab
TAA Dama	17,3116 ab

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey. Fonte: RUFATTO, J., 2021.

A cultivar BRS Esplendor, não obteve diferença significativa do maior e do menor teor proteico, apresentado 17,31 g 100g⁻¹. Autores de trabalhos anteriores reportaram valores variando entre 17,72 e 31,59 g 100g⁻¹ (PIRES et al., 2005; MARQUEZI et al., 2016; BRIGIDE et al., 2014).

Segundo Osbom et al. (1988) a porcentagem de proteínas no feijão varia entre 15 e 33%. Maldonado et al. (2000), estudaram diferentes variedades de feijão e encontraram teores de proteína entre 16,65 e 29,96%. O teor de proteína do feijão no presente trabalho variou de 15,25 a 18,81 g 100g⁻¹, dessa forma, os valores obtidos no presente trabalho estão entre a faixa de resultados encontrados nos trabalhos acima, os quais significam um valor de proteína significativo para o grão.

Segundo Lajolo et al. (1996), a variação no teor de proteínas, pode ser

decorrente da diferença entre as cultivares estudadas, do local de cultivo, dos fatores ambientais e/ou das condições de armazenamento. No presente trabalho, por se tratar de cultivo orgânico e não ter N prontamente disponível para a planta, os valores encontrados podem ser explicados pelo processo de adaptação ao estresse, o metabolismo vegetal deve ser alterado direcionando-o para a produção de metabólitos primários e secundários em quantidades suficientes para evitar que uma doença se instale, o que pode levar a uma menor produção para a planta (GUIMARÃES et al., 2013).

4.3 CONCENTRAÇÃO DE AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS

O conteúdo de AST nos grãos variou de 4,52463 a 14,74016 g 100g⁻¹ (Tabela 7), sendo que a cultivar BRS Campeiro (14,74016) foi superior às demais, seguida pela BRSMG Realce (14,10027), onde não diferiu estatisticamente da mesma. A cultivar BRS Intrépido (4,52463) obteve a menor concentração de AST, no entanto diferiu apenas das cultivares BRS Campeiro e BRSMG Realce.

O conteúdo de açúcares solúveis totais representa os açúcares estruturais presentes nos grãos responsáveis pelo característico sabor adocicado do produto fresco (CANIATO et al., 2007). Bezerra et al. (2019), estudaram a composição química de oito cultivares de feijão-caupi, no qual obtiveram resultados de 11,97 a 13,67 g 100g⁻¹ para o feijão in natura. Dessa forma, comparando com os resultados obtidos no presente trabalho, mostra-se que o presente estudo obteve valores semelhantes para as cultivares IPR Quero-Quero (10,73481 g 100g⁻¹) e IPR Tangará (10,31446), no entanto, também obteve valores superiores para a cultivar BRS Campeiro (14,74016) e BRSMG Realce (14,10027) e valores inferiores para o restante das cultivares estudadas.

Na germinação das sementes, é importante que se tenha um alto valor de açúcares solúveis totais. Os autores Henning et al. (2010), verificaram que sementes mais vigorosas apresentam maiores quantidades de açúcares solúveis, pois a maior quantidade de AST resulta no fornecimento de energia para a germinação e confere maior armazenabilidade as sementes. Binotti et al. (2008), estudaram o efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão, onde

encontraram quantidades menores a $10 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ de açúcares solúveis.

Tabela 7 – Média de concentração de açúcares solúveis totais (AST) (g 100g de tecido vegetal) em cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Cultivar	[AST]
BRS Intrépido	4,52463 b
BRS Esplendor	6,26225 ab
ANfp 110	6,45636 ab
IPR Uiarapuru	9,96908 ab
BRS Campeiro	14,74016 a
BRSMG Madrepérola	9,18193 ab
IPR Tangará	10,31446 ab
IAC Imperador	7,08019 ab
IPR Andorinha	8,80174 ab
ANfc 9	8,21004 ab
BRSMG Realce	14,10027 a
IPR Quero-Quero	10,73481 ab
TAA Dama	9,23548 ab

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si a 1% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey. Fonte: RUFATTO, J., 2021.

O presente estudo também obteve valores semelhantes para as cultivares BRS Intrépido, BRS Esplendor, Anfp 110, BRSMG Madrepérola, IAC Imperador, IPR Andorinha, ANfc 9 e TAA Dama, que obtiveram valores inferiores a a $10 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ de AST. No entanto, as cultivares BRS Campeiro e BRSMG Realce, resultaram em maiores valores de AST, dessa forma, entende-se que essas cultivares resultam em maior período de armazenabilidade.

4.4 FENÓIS TOTAIS

O conteúdo fenólico total nos grãos variou de 0,28676 a $1,37724 \text{ mg g}^{-1}$ (Tabela 8), sendo que a cultivar IAC Imperador (1,37) foi superior às demais, seguida pela ANfp 110 (1,07), BRSMG Realce (1,04), BRS Esplendor (0,95), IPR Uiarapuru (0,91), IPR Andorinha (0,91) e BRS Campeiro (0,87) onde não diferiu estatisticamente das mesmas. A cultivar ANfc 9 (0,28) obteve resultado inferior a todas as cultivares, no entanto, a mesma, não diferiu de TAA Dama (0,38), BRSMG Madrepérola (0,55), IPR Tangará (0,70) e IPR Quero-Quero (0,77).

Tabela 8 – Fenóis totais (mg g^{-1} AT) em cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Cultivar	Fenóis Totais
BRS Intrépido	0,8391 bc
BRS Esplendor	0,9562 ab
ANfp 110	1,0715 ab
IPR Uiarapuru	0,9153 ab
BRS Campeiro	0,8781 abc
BRSMG Madrepérola	0,5505 bcd
IPR Tangará	0,7077 bcd
IAC Imperador	1,3772 a
IPR Andorinha	0,9105 ab
ANfc 9	0,2867 d
BRSMG Realce	1,0429 ab
IPR Quero-Quero	0,7724 bcd
TAA Dama	0,3829 cd

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si a 1% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey. Fonte: RUFATTO, J., 2021.

Os fenóis totais nos grãos de feijão contribuem principalmente para a cor do tegumento do feijão, além da distribuição e intensidade de pigmentos. Os mesmos, podem ser influenciados por fatores ambientais como local e condições de cultivo, bem como fatores genéticos. Portanto o estudo do conteúdo fenólico é um parâmetro importante nos estudos de escurecimento e endurecimento dos grãos (ÁVILA et al., 2020).

Os resultados do presente trabalho estão de acordo com os resultados encontrados por Ávila et al., (2020) onde estudaram as características proteômicas e físico-químicas do feijão durante o armazenamento a longo prazo, e observaram no início do armazenamento de fenóis totais era de $1,64 \text{ mg g}^{-1}$ GAR, e quanto maior foi o tempo de armazenamento revelou-se maiores perdas de compostos fenólicos, chegando ao valor de $0,56 \text{ mg g}^{-1}$ GAR.

No presente trabalho houveram diferenças no conteúdo de fenóis das cultivares estudadas. Estas diferenças são devido a variação na coloração dos tegumentos de feijão, onde grãos claros geralmente apresentaram valores menores de compostos fenólicos totais em relação a grãos escuros. CORZO-RÍOS et al. (2020) estudaram o efeito do cozimento sobre compostos nutricionais e não

nutricionais em duas espécies de *Phaseolus vulgaris* cultivadas no México, obtiveram como resultado de compostos fenólicos totais para grãos crus de 1,26 – 8,40 mg g⁻¹ GAR por amostra.

Mesquita et al. (2007) avaliaram a composição química e digestibilidade proteica de linhagens de feijão. Em relação aos compostos fenólicos, foram encontrados valores que variaram de 0,28 a 1,08 g de ácido tânico 100g⁻¹ MS. Segundo os autores, os teores de compostos fenólicos registrados para vários feijões estão na faixa de 0,26 a 1,45 de ácido tânico 100g⁻¹ MS. O que concorda com os resultados obtidos no presente trabalho.

4.5 TANINOS TOTAIS

Os taninos totais nos grãos das diferentes cultivares de feijão variaram de 0,2886 a 1,3105 mg g⁻¹ (Tabela 9), sendo que a cultivar IAC Imperador (1,3105) foi superior às demais, não diferenciando-se de outras cultivares. As cultivares ANfc 9 (0,2886) e TAA Dama (0,3914) apresentaram resultados inferiores ao restante das cultivares.

Os resultados obtidos estão de acordo com os obtidos por CORZO-RÍOS et al. (2020) onde estudaram o efeito do cozimento sobre compostos nutricionais e não nutricionais em duas espécies de *Phaseolus vulgaris* cultivadas no México, e obtiveram como resultado para taninos em grãos crus de 0,62 – 9,91 mg/g de ácido gálico por amostra. Os valores no presente trabalho estão de acordo com a literatura pois a análise foi realizada com grãos crus e os valores variaram de 0,2886 a 1,3105 mg g⁻¹ AT.

Mechi et al. (2005) estudaram a avaliação química, nutricional e fatores antinutricionais do feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) e encontraram valores de 0,62 a 1,43 de taninos em mg g⁻¹ catequina na matéria seca em feijão. Esses resultados estão de acordo com os resultados obtidos no presente trabalho para feijão preto onde variou de 0,2886 a 1,3105 mg g⁻¹ AT.

Tabela 9 – Taninos totais (mg g⁻¹ AT) em cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Cultivar	Taninos Totais
BRS Intrépido	0,8048 a
BRS Esplendor	0,9362 a
ANfp 110	1,0181 a
IPR Uiarapuru	0,8933 a
BRS Campeiro	0,8543 a
BRSMG Madrepérola	0,5533 b
IPR Tangará	0,6829 b
IAC Imperador	1,3105 a
IPR Andorinha	0,8733 a
ANfc 9	0,2886 c
BRSMG Realce	1,0019 a
IPR Quero-Quero	0,7076 b
TAA Dama	0,3914 c

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si a 1% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey. Fonte: RUFATTO, J., 2021.

Os valores encontrados no presente trabalho foram baixos quando comparado a alguns dos trabalhos citados, o que pode ser considerado um fator positivo, pois os taninos são associados à redução na digestibilidade de proteínas e carboidratos, e também reduzem a absorção de alguns minerais. No entanto, esses valores podem ser reduzidos deixando os grãos de molho, e no próprio cozimento, pois durante essa atividade os taninos podem migrar para a água da maceração ou para o caldo do cozimento, e essa perda de taninos ocorre devido às mudanças em sua solubilidade (LOS et al., 2018).

4.6 DETERMINAÇÃO DA COR DO TEGUMENTO DOS GRÃOS

A análise de variância revelou diferenças significativas entre as cultivares ($p \leq 0,05$) para luminosidade enquanto para cromaticidades a^* e b^* não houve diferença significativa entre as cultivares. Deste modo, foi realizado teste de comparação de média apenas para a variável luminosidade (Tabela 10).

Tabela 10 – Resumo da análise de variância para Luminosidade do tegumento L* e Cromaticidades a* e b* de cinco cultivares de feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Fonte de variação	GL	QM		
		Luminosidade	Cromaticidade a*	Cromaticidade b*
Blocos	2	2,867473	0,116743	0,28281
Cultivar	4	1,937543*	0,155953ns	0,046702ns
Erro	8	0,3482	0,120413	0,047375
Média		5,055553	-2,09311	2,955987
CV (%)		11,67201	-16,5784	7,363294

* e ns; significativo a 5% de probabilidade de erro e não significativo, respectivamente, GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; CV (%): coeficiente de variação. Fonte: RUFATTO, J., 2021.

Analisando a luminosidade nos grãos das diferentes cultivares de feijão tipo preto, os valores variaram de 4,28 a 6,41 (Tabela 11), sendo que a cultivar BRS Campeiro (6,41) foi superior às demais, não diferenciando-se das cultivares BRS Esplendor (4,95) e Anfp 110 (4,86). As cultivares IPR Uirapuru (4,74) e BRS Intrépido (4,28) apresentaram resultados inferiores a todas as cultivares, no entanto, não diferiram das cultivares BRS Esplendor e ANfp110.

Tabela 11 – Luminosidade do tegumento L* e Cromaticidades a* e b* de cinco cultivares de feijão do tipo preto (*Phaseolus vulgaris* L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Cultivar	Luminosidade
BRS Intrépido	4,2889 b
BRS Esplendor	4,9555 ab
ANfp 110	4,8677 ab
IPR Uirapuru	4,7477 b
BRS Campeiro	6,4177 a

Médias seguidas pelas mesma letra na vertical não diferem entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey. Fonte: RUFATTO, J., 2021.

A menor luminosidade encontrada para as cinco cultivares de feijão preto estudadas foi a da cultivar BRS Intrépido, no entanto a mesma não diferiu das cultivares BRS Esplendor, ANfp 110 e IPR Uirapuru, ou seja, estes tegumentos são mais escuros. Pois quanto mais próximo de zero forem os valores, mais escura é a amostra. Dessa forma podemos observar que as cultivares citadas acima obtiveram valores de 4,28 a 4,74 sendo próximos a zero. Segundo RIBEIRO et al. (2008), valores de L* elevados podem impedir a comercialização das cultivares de feijão

preto, pois, valores de L^* superiores a 24 indicam presença de grãos arroxeados, e essa mudança de cor é associada a grãos de baixa qualidade, que requerem maior tempo de cozimento resultando em um baixo valor comercial.

SOARES et al. (2012) avaliaram as características de feijões crioulos orgânicos cultivados na região de Goiânia – GO, tendo obtido L^* igual a 35,62, sendo superior ao encontrado no presente trabalho. Esse valor alto de L^* significa que o mesmo está fora do padrão de preferência para o consumo.

Dessa forma, vale ressaltar que a maior quantidade de compostos fenólicos em *Phaseolus vulgaris* estão localizados principalmente no tegumento, desta forma, a quantidade e composição dos flavonóis glicosídeos, taninos condensados, e antocianidinas determinam a cor do tegumento. Portanto grãos com a pigmentação do tegumento mais escura, como o feijão preto, possuem maiores teores de compostos fenólicos do que aqueles com tegumento de cor clara GUZMÁN et al., (2007). Assim, a cor pode ser um indicador das concentrações desses compostos, mas não é um parâmetro conclusivo, pois genótipos com tegumento da mesma cor, apresentaram teores de compostos fenólicos totais diferentes CORZO-RÍOS et al. (2020).

Os valores de a^* e b^* não obtiveram diferença significativa no presente estudo, no entanto, os resultados foram próximos a zero, significando fraca tendência à presença de uma segunda coloração, e isso é desejável em grãos de feijão preto.

Para as cultivares de feijão carioca, houve diferença ($p \leq 0,05$) na análise de variância para luminosidade e cromaticidade b^* (Tabela 12). Para a variável cromaticidade a^* houve diferença significativa entre cultivar ($p \leq 0,01$).

A análise de comparação de médias para luminosidade nos grãos das diferentes cultivares de feijão apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$), variando de 27,82 a 36,73 (Tabela 13), sendo que a cultivar ANfc9 (36,73) foi superior às demais, não diferindo das cultivares BRSMG Madrepérola, IPR Tangará, IPR Andorinha e IPR Quero-Quero. As cultivares BRSMG Realce (27,82), TAA Dama (29,02) e IAC Imperador (31,11) não diferiram entre si, e apresentaram resultados inferiores a todas as cultivares, diferindo-se do restante.

Tabela 12 – Resumo da análise de variância para Luminosidade do tegumento L* e Cromaticidades a* e b* de oito cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Fonte de variação	GL	QM		
		Luminosidade	Cromaticidade a*	Cromaticidade b*
Blocos	2	6,219081	0,248875	0,556356
Cultivar	7	30,76518*	4,991601**	4,137961*
Erro	14	7,670564	0,555336	1,246171
Média		32,80944	4,219025	12,5943
CV (%)		8,441407	17,66305	8,863693

** , * significativo a 1% e 5% de probabilidade de erro, respectivamente, GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; CV (%): coeficiente de variação. Fonte: RUFATTO, J., 2021.

Para Cromaticidade a*, parâmetro de cor compreendido entre o verde e o vermelho apresentaram variações, onde os maiores valores foram observados nas cultivares IPR Tangará (5,13), IAC Imperador (5,22), IPR Andorinha (4,64) e BRSMG Realce (6,33) diferindo-se das demais. Os valores variaram de 2,9467 a 6,33.

Para Cromaticidade b*, parâmetro de cor compreendido entre o azul e o amarelo houve variações, onde os maiores foram observados nas cultivares IPR Tangará (14,28), IAC Imperador (14,21) e IPR Andorinha (13,24), diferindo estatisticamente das demais. Esses resultados são esperados visto que, por se tratar de genótipos de coloração bege com estrias marrons, indica a presença de uma cor secundária, e essa, é indicada pelo valor de b*, o mesmo, quando mais próximo de +60 mais amarelo é a amostra.

Tabela 13 – Luminosidade do tegumento L* e Cromaticidades a* e b* de oito cultivares de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Cultivar	Luminosidade	Cromaticidade a*	Cromaticidade b*
BRSMG Madrepérola	32,9618 a	2,9467 b	11,38 b
IPR Tangará	35,6067 a	5,1344 a	14,2866 a
IAC Imperador	31,1111 b	5,2278 a	14,21 a
IPR Andorinha	34,5355 a	4,64 a	13,2422 a
ANfc 9	36,7322 a	4,4133 b	12,0878 b
BRSMG Realce	27,8211 b	6,3389 a	12,25 b
IPR Quero-Quero	34,6756 a	2,9822 b	11,8978 b
TAA Dama	29,0255 b	3,0689 b	11,40 b

Médias seguidas pelas mesma letra na vertical não diferem entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Skott-Knott. Fonte: RUFATTO, J., 2021.

A avaliação de coloração do tegumento dos grãos do tipo carioca é importante para programas de melhoramento, pois, o maior valor agregado, aceitação e demanda pelo consumidor à determinada cultivar é dependente do padrão de cor dos grãos (SOARES et al., 2012).

Os valores de L^* para grãos do tipo carioca estão associados à claridade dos grãos, então valores de L^* mais altos indicam que a amostra é mais clara, dessa forma, entende-se que quando mais claro o grão de feijão carioca, associa-se como recém-colhido e de rápido cozimento pois, à medida que o grão vai envelhecendo a sua coloração fica mais escura.

Para o grupo carioca, o valor de L^* desejável é superior a 55, e quando os valores de a^* e b^* apresentam-se positivos e expressivos, isso indica uma tendência a cor vermelho amarelado. Os grãos do grupo carioca que apresentam valores menores que 55 tendem a ser grãos mais escuros, e nesse caso, os valores de a^* e b^* também devem ser considerados na avaliação da coloração (RIBEIRO et al., 2008).

As cultivares aqui estudadas possuem L^* de 27,82 a 36,73, esse valor baixo pode ser explicado pela alta umidade presenciada no final do ciclo da cultura. Valores semelhantes a esses apresentados foram identificados por LOPES (2011), que avaliou a luminosidade dos grãos de feijão carioca em diferentes épocas de cultivo, observando resultados de L^* inferiores a 55 na época das águas.

4.7 DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE COZIMENTO

A análise de variância do Tempo de Cozimento (Tabela 14) mostrou que houve diferença entre cultivar ($p \leq 0,05$). Deste modo, foi realizado teste de comparação de média para esta característica (Tabela 15).

O tempo de cozimento variou de 23,5733 a 30,5833 min (Tabela 15), sendo que a cultivar BRS Esplendor (30,5833) foi superior às demais, seguida pela IAC Imperador (25,8333), que não diferiu estatisticamente da mesma. A cultivar BRSMG Realce (23,5733) obteve como resultado o menor tempo de cozimento dentre todas as cultivares, seguida pela IPR Tangará (23,6333), que não diferiram das cultivares BRS Campeiro e IAC Imperador.

Tabela 14 – Resumo da análise de variância Média do tempo de cozimento (min) de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Fonte de variação	GL	QM
Blocos	2	6,003489
Cultivar	5	21,30628*
Erro	10	5,61892
Média		25,40556
CV (%)		9,330346

* significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente, GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; CV (%): coeficiente de variação. Fonte: RUFATTO, J., 2021.

Tabela 15 – Média do tempo de cozimento (min) de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Cultivar	Tempo de cozimento (min)
BRS Esplendor	30,5833 a
BRS Campeiro	24,50 ab
IPR Tangará	23,6333 b
IAC Imperador	25,8333 ab
BRSMG Realce	23,5733 b

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey. Fonte: RUFATTO, J., 2021.

Uma característica importante determinada pelo consumidor para a aceitação da cultivar é o tempo de cozimento. Portanto, quanto menor for o tempo de cozimento, maior será a demanda, o consumo e a aceitabilidade do produto pelo consumidor. Mkanda et al. (2007) estudaram seis variedades de feijão em diferentes locais e os tempos de cozimento variaram de 42,4 a 97,8 minutos. De acordo com os autores, o tempo de cozimento pode ser influenciado por fatores como o genótipo, local de cultivo, condições de armazenamento, bem como as propriedades físico-químicas dos cotilédones e do tegumento do grão.

Os tempos de cocção para as variedades de *Phaseolus vulgaris* estudadas variaram de 23 a 30 minutos, ambos os intervalos foram inferiores aos relatados por CORZO-RÍOS et al. (2020), que relatou tempo de cozimento de 25 a 40 min para o feijão fresco e de 60 a 70 min para o feijão endurecido. O alto tempo de cozimento pode ser atribuído a fatores como a taxa de hidratação, tempo de armazenamento, temperatura e teor de umidade (CORZO-RÍOS et al. 2020).

Ávila et al., (2020) estudaram as características proteômicas e físico-

químicas do feijão durante o armazenamento a longo prazo, e os grãos recém colhidos exigiram um tempo de cozimento de 17 min. No presente estudo, os resultados encontrados são satisfatórios e podem ser explicados pelo método de armazenamento que foi utilizado, sob refrigeração e sem disponibilidade de oxigênio, dessa forma, não houve a ação de enzimas e a formação de compostos fenólicos de alto peso molecular que são responsáveis pelo endurecimento dos grãos.

Em trabalho semelhante realizado por OLIVEIRA et al. (2011), onde foi estudado o tempo de cozimento de genótipos de feijão com e sem armazenamento sob refrigeração, foram obtidos resultados semelhantes ao presente estudo. Para a cultivar BRS Campeiro o tempo foi de 23,5 minutos e no presente trabalho foi de 24,5. Assim, todos os genótipos estudados apresentaram grau de maciez aceitável para o consumo, em poucos minutos de cozimento.

O cozimento do feijão ocorre em duas etapas, após a aplicação de calor, o feijão não embebido hidratará seguido do amolecimento. A taxa de hidratação do tegumento varia em função da sua espessura e teor de fibra, pois a fibra possui alta capacidade de retenção de água, que por sua vez é afetada pela variedade genotípica dos grãos (WAFULA et al., 2021).

4.8 ANÁLISE DOS MINERAIS

Na análise de variância da composição mineral do feijão (Tabela 16), verificou-se que para as variáveis N, P, Ca, e Cu, não houve diferença significativa entre as cultivares. Enquanto para K, Fe e Zn, houve diferença entre as cultivares ($p \leq 0,01$).

O conteúdo de N nos grãos não apresentou diferença significativa entre cultivares, no entanto, o mesmo apresentou a média no valor de $3,48 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, sendo que os valores variaram de $3,32$ a $3,64 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$.

Pinheiro et al. (2010), ao analisarem a diversidade da composição mineral da semente de *Phaseolus vulgaris* L. obtiveram resultados de $0,009$ a $0,797 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ para a variável P. O presente estudo não obteve diferença significativa entre as cultivares para esta variável, em que apresentou média de $0,453 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, sendo esse, um valor dentro do intervalo encontrado pelos autores. Os valores de P nesse

estudo variaram de 0,39 a 0,53 g 100g⁻¹, diante disso, na literatura, os teores de P variam de 0,37 a 0,54 g 100g⁻¹ (MESQUITA et al., 2007). Constata-se, que no presente trabalho os teores são semelhantes ao encontrado na literatura.

Tabela 16 – Resumo da análise de variância para Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Potássio (K), Fósforo (P), Cobre (Cu), Zinco (Zn) e Ferro (Fe) de oito cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Fonte de variação	GL	QM						
		MACRONUTRIENTES			MICRONUTRIENTES			
		N	P	K	Ca	Fe	Zn	Cu
Blocos	2	0,127	0,004	0,005	0,0003	53,245	12,264	1,254
Cultivar	12	0,032ns	0,003ns	0,022**	0,0001n s	298,288**	33,098**	4,028ns
Erro	24	0,025	0,001	0,004	0,00006	43,984	9,504	2,920
Média		3,487	0,453	1,503	0,031	35,554	30,612	12,429
CV (%)		4,587	9,662	4,608	26,450	18,653	10,070	13,748

** , ns significativo a 1% de probabilidade de erro e não significativo, respectivamente, GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; CV (%): coeficiente de variação. Fonte: RUFATTO, J., 2021.

Para a variável Ca, a média ficou de 0,031 mg 100g⁻¹, seus valores variaram de 0,023 a 0,043 mg 100g⁻¹. MESQUITA et al. (2007) ao analisarem o teor de Ca em linhagens de feijão encontraram 0,03 a 0,28 mg 100g⁻¹ desse elemento.

Ao analisar o teor de Cu no presente trabalho, verificou-se que a média ficou 12,42 mg kg⁻¹, os valores encontrados foram de 10,46 a 14,94 mg kg⁻¹. No trabalho realizado por MESQUITA et al. (2007) foram observados valores de 11,37 a 16,67 mg kg⁻¹, os quais foram semelhantes ao presente trabalho.

A concentração de K presente nos grãos de feijão apresentou diferença significativa ($p \leq 0,01$), variando de 1,37 a 1,64 g 100g⁻¹ (Tabela 16), sendo que as cultivares Intrépido (1,64) e BRS BRS Esplendor (1,63) foram superiores às demais. A cultivar BRSMG Madrepérola (1,37) obteve como resultado o menor valor de K.

Para a variável Fe, os valores variaram de 21,12 a 49,72 mg kg⁻¹, sendo as cultivares IAC Imperador (49,72) e BRS Intrépido (47,90) superiores às demais. A cultivar TAA Dama (21,12) obteve menor valor de Fe.

Em relação à variável Zn, os valores variaram de 26,5 a 40,23 mg kg⁻¹ a cultivar IPR Tangará (40,23) foi superior as demais. A cultivar BRS Campeiro (26,5) obteve o menor resultado, porém, diferiu apenas de IPR Tangará.

Os resultados de K apresentados neste estudo, estão de acordo com os obtidos por MESQUITA et al. (2007) que estudaram a composição química de linhagens de feijão, obtiveram valores de 1,51 a 2,48 g 100g⁻¹, os valores no presente trabalho variaram de 1,37 a 1,64 g 100g⁻¹. Os mesmos autores, ao estudarem o teor de Fe e Zn, obtiveram resultados de 73,83 a 126,90 mg kg⁻¹ para Fe e 36,67 a 63,90 mg kg⁻¹ para Zn. Neste estudo foram observados 21,12 a 49,72 mg kg⁻¹ para Fe, e 26,5 a 40,23 mg kg⁻¹ para Zn, os quais de maneira geral foram inferiores aos obtidos pelos autores.

Oliveira et al. (2008) estudaram a qualidade nutricional de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e encontraram valores de 68,39 e 73,39 mg kg⁻¹ para Fe e 29,88 33,96 mg kg⁻¹ para Zn. Neste trabalho, os valores de Fe encontrados foram menores aos apresentados pela literatura, já para Zn o presente trabalho obteve valores maiores.

Tabela 17 – Composição mineral em cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) conduzidas em sistema de cultivo orgânico, Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Potássio (K), Fósforo (P), Cobre (Cu), Zinco (Zn) e Ferro (Fe). UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Cultivar	N g 100g ⁻¹	P g 100g ⁻¹	K g 100g ⁻¹	Ca g 100g ⁻¹	Fe mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹
BRS Intrépido	3,39264	0,49055	1,64424 a	0,02327	47,90528 a	31,21756 ab	10,46338
BRS Esplendor	3,39264	0,4576	1,63121 a	0,03633	45,35519 ab	27,72455 b	11,50972
ANfp 110	3,58112	0,47535	1,58343 ab	0,02826	45,90164 ab	28,62275 b	12,40658
IPR Uiarapuru	3,48688	0,42834	1,41837 ab	0,02965	28,68852 abc	30,01996 ab	11,95815
BRS Campeiro	3,58112	0,43571	1,57474 ab	0,03495	30,05464 abc	26,50699 b	11,80867
BRSMG Madrepérol a	3,45547	0,39885	1,37494 b	0,02389	44,80874 abc	31,61677 ab	14,94768
IPR Tangará	3,39264	0,44677	1,49656 ab	0,03172	24,04372 bc	40,23952 a	12,33184
IAC Imperador	3,64395	0,46336	1,55737 ab	0,04324	49,72678 a	29,34132 ab	11,36024
IPR Andorinha	3,45547	0,44954	1,44444 ab	0,03072	30,23679 abc	31,77645 ab	13,00448
ANfc 9	3,64395	0,53986	1,44444 ab	0,02719	30,23679 abc	30,71856 ab	12,40658
BRSMG Realce	3,58112	0,41037	1,45312 ab	0,02304	26,95811 abc	29,38124 ab	12,33184

IPR Quero- Quero	3,32982	0,46982	1,4705 a b	0,03794	37,15847 abc	31,85629 ab	13,00448
TAA Dama	3,45547	0,43571	1,45312 ab	0,03187	21,12933 c	28,94212 b	14,05082
Média	3,487	0,453	1,503	0,031	35,554	30,612	12,429

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si a 1% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey. Fonte: RUFATTO, J., 2021.

5 CONCLUSÕES

As cultivares avaliadas apresentaram diferenças significativas em relação ao teor de proteínas solúveis totais presentes nos grãos após a colheita, BRSMG Madrepérola apresentou destaque com $18,81 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ de proteínas presentes nos grãos.

Em relação ao conteúdo de açúcares solúveis totais, as cultivares BRS Campeiro ($14,74 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) e BRSMG Realce ($14,10 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) destacaram-se com maior teor de açúcares solúveis totais.

Dentre as cultivares analisadas, em relação ao conteúdo fenólico total, a cultivar que apresentou valor mais elevado foi IAC Imperador ($1,37 \text{ mg g}^{-1} \text{ AT}$).

Na quantificação de taninos totais presentes nos grãos, as cultivares que apresentaram menor índice de taninos foram, ANfc 9 ($0,28 \text{ mg g}^{-1} \text{ AT}$) e TAA Dama ($0,39 \text{ mg g}^{-1} \text{ AT}$).

Em relação a cor do tegumento, para os grãos de tegumento preto as cultivares que se destacaram foram BRS Intrépido ($L^*=4,28$) e IPR Uirapuru ($L^*=4,74$), as quais apresentaram os valores de luminosidade mais baixos. Já para os grãos com tegumento carioca, as cultivares ANfc9 ($L^*=36,73$), IPR Tangará ($L^*=35,60$), IPR Quero-Quero ($L^*=34,67$), IPR Andorinha ($L^*=34,53$) e BRSMG Madrepérola ($L^*32,96$) apresentaram valores mais altos de luminosidade.

Para o tempo de cozimento, as cultivares que obtiveram o menor tempo de cozimento foram BRSMG Realce (23,5 min) e IPR Tangará (23,6 min).

Quando analisados os minerais, não houve diferença significativa entre cultivares para o nitrogênio, fósforo, cálcio e cobre. Já para o potássio as cultivares que apresentaram maior teor foram BRS Intrépido ($1,64 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) e BRS Esplendor ($1,63 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$). Para o ferro as cultivares que se destacaram foram IAC Imperador ($49,72 \text{ mg kg}^{-1}$) e BRS Intrépido ($47,90 \text{ mg kg}^{-1}$), para o zinco, IPR Tangará ($40,23 \text{ mg kg}^{-1}$) foi a cultivar que apresentou maior teor deste nutriente.

Considerando todos os resultados, de forma geral, as cultivares que mais se destacaram positivamente foram IAC Imperador, BRSMG Realce, ANfp 110, BRS Campeiro, IPR Tangará, BRSMG Madrepérola e ANfc9.

REFERÊNCIAS

- AKOND, A. G. M.; CRAWFORD, H.; BERTHOLD, J.; TALUKDER, Z.; HOSSAIN, K. 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.
- ALARA, O. R.; ABDURAHMAN, N. H.; UKAEGBU, C. U. Extraction of phenolic compounds: A review. **Current Research in Food Science**. v. 4, p. 200-214, 2021.
- 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.
- 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.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, São Paulo, v.66, n.1, 2007.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. ed.17, 2000.
- ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. Cultura do Feijoeiro Comum no Brasil. Embrapa Arroz e Feijão. p. 1 – 786, 1996.
- ÁVILA, B. P.; NORA, R. R.; NETO, A. C. P. S.; ROMBALDI, C. V.; PINTO, L. S.; GULARTE, M. A.; ELIAS, M. C. 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.
- AZADI, H.; SCHOONBEEK, S.; MAHMOUDI, H.; DERUDDER, B.; MAEYER, P.; WITLOX, F. Organic agriculture and sustainable food production system: main potentials. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.144, p.92-94, 2011.
- BAL, L. M.; KAR, A.; SATYA, S.; NAIK, S. N. Kinetics of colour change of bamboo shoot slices during microwave drying. International. **Journal of Food Science & Technology**, v. 46, n. 4, p. 827-833, 2011.
- BEZERRA, J. M.; VIEIRA, M. M. S.; SANTOS, A. F.; FARIAS, E. T. R. Composição química de oito cultivares de feijão-caupi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 41-47, 2019.
- BINOTTI, F. F. S.; HAGA, K. I.; CARDOSO, E. D.; ALVES, C. Z.; SÁ, M. E.; ARF, O. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Sci., Agron.**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 247-254, 2008.
- BORÉM, A., Melhoramento de Espécies Cultivadas. **Editores UFV**, v.2, n.2, p. 400 –

969, 2013.

BRADFORD, M. M. A Rapid and sensitive method for quantification of microgram quantities of protein utilizing principle of protein dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, n. 1-2, p. 248-254, 1976.

BRIAT, J. F.; GOJON, A.; PLASSARD, C.; ROUACHED, H.; LEMAIRE, G. Reappraisal of the central role of soil nutrient availability in nutrient management in light of recent advances in plant nutrition at crop and molecular levels. **European Journal of Agronomy**. v.116, 2020.

BRIGIDE, P.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SILVA, M. O. Nutritional characteristics of biofortified common beans. **Food Science and Technology**, v. 34, n. 3, p. 493-500, 2014.

BURATTO, J. S.; CIRINOV. M.; SCHOLZ, M. B. S.; LANGAME, D. E. M.; FONSECA, N. S.; PRÉTE, C. E. C. Variabilidade genética e efeito do ambiente para o teor de proteína em grãos de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá - PR, v. 31, n. 4, p. 593-597, 2009.

CAMPION, B.; GLAHN, R. P.; TAVA, A.; PERRONE, D.; DORIA, E.; SPARVOLI, F.; CECOTTI, R.; DANI, V.; NIELSEN, E. 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.

CANIATO, F. F.; GALVÃO, J. C. C.; FINGER, F. L.; PUIATTI, M.; OLIVEIRA, D. A.; FERREIRA, J. L. Quantificação de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e amido nos grãos verdes de cultivares de milho na colheita. **Ciência Agrotécnica**, v.31, n.6, p.1893-1896, 2007.

CAPRONI, L.; RAGGI, L.; TISSI, C.; HOWLETT, S.; TORRICELLI, R.; NEGRI, V. Multi-Environment Evaluation and Genetic Characterisation of Common Bean Breeding Lines for Organic Farming Systems. **Sustainability**, v. 10, n. 3, p. 777. 2018.

CARBAS, B.; MACHADO, N.; OPPOLZER, D.; QUEIROZ, M.; BRITES, C.; ROSA, E. A. S.; BARROS, A. I. 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.

CHIGWEDERE, C. M.; OLAOYE, T. F.; KYOMUGASHO, C.; KERMANI, Z.; PALLARES A.; LOEY, A. M.; HENDRICKX, M. E. Visão mecanística sobre o amolecimento do feijão comum canadense (*Phaseolus vulgaris*) durante o cozimento. **Food Res. Int.** V. 106, P. 522-531, 2018.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária**. 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria>>. Acesso em: 23 Out. 2020.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília: [s.n.], 2020. p. 31-38. ISBN 2318-6852. Disponível

em:<<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 20 fev. 2021.

CONAFER – Confederação Nacional dos Agricultores familiares. **Feijão, o alimentomais brasileiro mostra a força da agricultura familiar**, 2020. Disponível em: <<https://conafef.org.br/2020/06/23/feijao-o-alimento-mais-brasileiro-mostra-a-forca-da-agricultura-familiar/>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

CORZO-RÍOS, L. J.; SANCHEZ-CHINO, X. M.; CARDADOR-MATINEZ, A.; MATINEZ-HERRERA, J.; JIMENEZ-MATINEZ, C. 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.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

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.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric Method for determination of sugars and related compounds. **Analytical Chemistry**, v.28, n.3, p. 350 – 356, 1956.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. ed. 5. Brasília, DF, 2018. Disponível em:<http://www.geografia.fllch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio_Attila/1s2018/livros/Sistema_Brasileiro_Classificacao_de_Solo-2018.pdf >. Acesso em: 28 Out. 2020.

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-fdf6-1629-741afb0748f#:~:text=O%20maior%20produtor%20estadual%20%C3%A9,%20o%20maior%20produtor%20nordestino.> Acesso em: 23 Out. 2020.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT**. 2017. Crops. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/data/QC/visualize>>. Acesso em: 20 Out. 2020.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT**, 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em: 22 mar. 2020.

FAOSTAT, World food and agriculture statistical pocketbook. **Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO)**, 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/ca1796en/ca1796en.pdf>>. Acesso em: 25 Abr. 2021.

GARCIA, R. A. V.; RANGEL P. N.; BASSINELLO, P. Z.; BRONDANI C.; MELO, L. C.; SIBOV, S. T.; BRONDANI, R. P. **Mapeamento QTL para o tempo de cozimento**

do feijão comum . v.186, n.3, p. 779-792, 2012.

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

GUIMARÃES, D. S. P. S. F.; SOUZA, M. R. M.; HIRANO, R. T.; PEREIRA, P. R. G.; PEREIRA, M. C. B. Concentração de proteína solúvel por Bradford revela diferenças no metabolismo de plantas de ora-pro-nobis em diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.3, n.1, p.40-44, 2013.

GUZMÁN, N. E.; HERZOG, A.; GONZÁLEZ, R. F.; PÉREZ, F. J.; ZAMBRANO-GALVÁN, G.; GALLEGOS-INFANTE, J. A. Antioxidant and antimutagenic activity of phenolic compounds in three different colour groups of common bean cultivars (*Phaseolus vulgaris*), **Food Chemistry**, v.103, n.2, p. 521-527, 2007.

HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; JACOB, E. A.; MACHADO, R. D.; FISS, G.; ZIMMER, P. D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, Campinas v.69, n.3, p.727-734, 2010.

HOLLAND, J. E.; WHITE, P. J.; GLENDINING, M. J.; GOULDING, K. W. T.; MCGRATH, S. P. Yield responses of arable crops to liming – an evaluation of relationships between yields and soil pH from a long-term liming experiment. **European Journal of Agronomy**. v.105, p. 176-188, 2019.

HUNTERLAB. CIE L*a*b* Color Scale. Applications note, Reston, v. 8, n. 7, p. 1-4, 1996.

ICARDA – Science for resilient livelihoods in dry areas. **Pulses are nutritional and affordable for the poor**. 2016. Disponível em: <<https://www.icarda.org/media/news/pulses-are-nutrition-rich-and-affordable-poor#:~:text=Pulses%20are%20known%20as%20the,crop%20as%20their%20staple%20food.>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

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

JORDAN-MEILLE, L.; HOLLAND, J. E.; MCGRATH, S. P.; GLENDINING, M. J.; THOMAS, C. L.; HAEFELE, S. M. The grain mineral composition of barley, oat and wheat on soils with pH and soil phosphorus gradients. **European Journal of Agronomy**. v. 126, 2021.

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.

KATUNGI, E.; SPERLING, L.; KARANJA, A.; BEEBE, A. Importância relativa dos atributos do feijão comum e demanda de variedade nas áreas de seca do Quênia J. **Agric. Econ**. v.3, n. 8, p.411-422, 2011.

LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I.; MENEZES, E. W. Qualidade nutricional. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Cultura do**

feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba, p.23-56, 1996.

LEMAIRE, G.; SINCLAIR, T.; SADRAS, V.; BÉLANGER, G. Allometric approach to crop nutrition and implications for crop diagnosis and phenotyping. A review. **Agron. Sustain.** v.39, 2019.

LOPES, R. L. T. Características tecnológicas de genótipos de feijoeiro em razão de épocas de cultivo e períodos de armazenamento. **Dissertação de Mestrado** em Agricultura Tropical e Subtropical – Instituto Agronômico, Campinas, p. 64, 2011.

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.

LOVATO, F.; KOWALESKI, J.; SILVA, S. Z.; HELDT, L. F. S. Composição centesimal de conteúdo mineral de diferentes cultivares de feijão biofortificado (*Phaseolus vulgaris* L.). **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, p. 1-6, 2018.

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.

MALDONADO, S.; SAMMÁN, N. Composición química y contenido de minerales de leguminosas y cereales producidos en el noroeste argentino. **Arch. Latinoam. Nutrition.**, v.50, n.2, p.195-199, 2000.

MANZEKE, M. G.; MTAMBANENGWE, F.; WATTS, M. J.; HAMILTON, E. M.; LARK, R. M.; BROADLEY, M. R.; MAPFUMO, P. Fertilizer management and soil type influence grain zinc and iron concentration under contrasting smallholder cropping systems in Zimbabwe. **Scientific Reports**. 2019.

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.

MARQUEZI, M.; GERVIN, V. M.; WATANABE, L. B.; BASSINELLO, P. Z.; AMANTE, E. R. Physical and chemical properties of starch and flour from different common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, 2016.

MECHI, R.; CANIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Avaliação química, nutricional e fatores antinutricionais do feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) irradiado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 25, p. 109-114, 2005.

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.

MKANDA, A. V.; MINNAAR, A.; DE KOCK, H. L. Relating consumer preferences to sensory and physicochemical properties of dry beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal**

of the Science of Food and Agriculture, Oxford, v. 87, n. 12, p. 2868-2879, 2007.

NOZELLA, E. F., Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes. **Dissertação de Mestrado**. Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Energia Nuclear na Agricultura. São Paulo, 72p. 2001.

OLIVEIRA, I.P.; ARAÚJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos. p. 169-221. 1996.

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, M. A.; ZUCARELI, C.; SPOLAOR, L. T.; DOMINGUES, A. R.; FERREIRA, A. S. Composição química dos grãos de milho em resposta à adubação mineral e inoculação com rizobactérias. **Revista Ceres**. v. 59, n.5, p. 709-715, 2012.

OLIVEIRA, M. G. C.; de OLIVEIRA, L. F. C.; WENDLAND, A.; GUIMARÃES, C. M.; QUINTELA, E. D.; BARBOSA, F. R. **Conhecendo a Fenologia do Feijoeiro e Seus Aspectos Fitotécnicos**. Embrapa Arroz e Feijão, Brasília, DF, 2018.

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, V, R.; RIBEIRO, N. D.; MAZIERO, S. M.; CARGNELUTTI, A.; JOST, E. Qualidade para o cozimento e composição nutricional de genótipos de feijão com e sem armazenamento sob refrigeração. **Ciência Rural**. v.41, n.5, p.746-752, 2011.

PADUA, J. B.; SCHLINDWEIN, M. M.; GOMES, E. P. Agricultura familiar e produção orgânica: uma análise comparativa considerando os dados dos censos de 1996 e 2006. **Interações**. v.14, n.2, p.225-235, 2013.

PINHEIRO, D.; BAETA, J. P.; PEREIRA, A. M.; DOMINGUES, H.; RICARDO, A. P. Diversity of seed mineral composition of *Phaseolus vulgaris* L. germplasm. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 23, p. 319-325, 2010.

PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. A. G.; CRUZ, G. A. D. R.; MENDES, F. Q.; REZENDE, S. T.; MOREIRA, M. A. Physicochemical composition of different cultivars of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentação e Nutrição**, v. 16, p. 157-162, 2005.

PROCTOR, J.R.; WATTS, B.M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure base don sensory panel cookability evaluation. Canadian Institute of Food **Science and Technology Journal**, Apple Hill, v.20, n. 1,p. 9-14, 1987.

RAMÍREZ-JIMÉNEZ, A.; MARCELA, G. M.; MORALES-SANCHES, E.; LOARCA-PINA, G. 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.

RIBEIRO, N. D.; ANTUNES, I. F.; POERSCH, N. L.; ROSA, S. S.; TEIXEIRA, M. G.; GOMES, A. L. S. Potencial de uso agrícola e nutricional de cultivares crioulas de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.628-634, 2008.

RIBEIRO, N. D.; RODRIGUES, J. A.; PRIGOL, M.; NOGUEIRA, C. W.; STORCK, L.; GRUHN, E. M. Evolution of special grains bean lines for grain yield, cooking time and mineral concentrations. **Crop Brees Appl Biotechnol** 14:15-22, 2014.

RIBEIRO, N. D.; POSSEBONI, S. B.; STORCK, L. Progresso genético em caracteres agronômicos no melhoramento do feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria - RS, v.33, n.4, p.629-633, 2003.

RIBEIRO, N. D.; STORCK, L.; POERSCH, N. L. Classificação de lotes comerciais de feijão por meio da claridade do tegumento dos grãos. **Ciência Rural**, Santa Maria - RS, v. 38, n. 7, p.2042-2045, 2008.

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.

SÁNCHEZ, Y. G.; CRUZ-MARTÍN, M.; SÁNCHEZ-GARCIA, C.; LEIVA-MORA, M.; ACOSTA-SUÁREZ, M.; ROQUE, B.; TORRES, R.; ALVARADO-CAPÓ, Y. Contenido de fenoles totales en la testa de las semillas de tres cultivares de *Phaseolus vulgaris* L. **Bioteconología vegetal**, v.16, n.2, 2016.

SBCS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. 2ed., 482p. Curitiba, 2017.

SEAB-Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Feijão - Análise da Conjuntura Agropecuária**. 2015. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2016/feijao_2015_16.pdf>. Acesso em: 23 Out. 2020.

SEBASTIÁ, V.; BARBERÁ, R.; FARRÉ, R.; LARGADA, M. J. Effects of legume processing on calcium, iron and zinc contents and dialysabilities. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, n. 12, p. 1180-1185, 2001.

SILVA, T. R. B.; LEMOS, L. B.; TAVARES, C. A. Produtividade e característica tecnológica de grãos em feijoeiro adubado com nitrogênio e molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 739-745, maio 2011.

SINGH, S.P.; TERÁN, H.; MUNOZ-PEREA, C.; LEMA, M. Dry bean landrace and cultivar performance in stressed and nonstressed organic and conventional production systems. **Crop Science**, v.49, p.1859-1866, 2009.

SIQUEIRA, B. S.; BASSINELLO, P. Z.; SANTOS, S. C.; MALGARESI, G.; FERRI, P. H.; RODRIGUEZ, A. G.; FERNANDES, K. F. Do enzymatic or non-enzymatic pathways drive the postharvest darkening phenomenon in carioca bean tegument. **Food Science and Technology**. V. 69, p. 593-600, 2016.

SMITH, M. R.; MYERS, S. S. Impact of anthropogenic CO₂ emissions on global human nutrition. **Nature Clim Change**. v.8, p. 834-839, 2018.

SOARES, M, S.; CALLIARI, M.; BASSINELLO, P. Z.; FERNANDES, P. M.; BECKER, F. S. Características físicas, químicas e sensoriais de feijões crioulos orgânicos, cultivados na região de Goiânia – GO. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 7, n. 3, p. 109-118, 2012.

STEVENS, M. A. Varietal influence on nutritional value. Nutritional Qualities of Fresh Fruits and Vegetables. **p. L. White, & N. Selvey, eds**, 1974.

TALUDER, Z. I.; ANDERSON, E.; MIKLAS, P. N.; BLAIR, M. W.; OSORNO, J.; DILAWARI, M.; HOSSAIN, K. G. Genetic diversity and selection of genotypes to enhance Zn and Fe content in common bean. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 90, n. 1, p. 49-60, 2010.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. ed. 2. Porto Alegre, RS, 1995. Disponível em: <<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=502314&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22TEDESCO,%20M.J.%22&qFacets=autoria:%22TEDESCO,%20M.J.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=2>>. Acesso em: 22 jan. 2021.

TROPICOS. 2020. Disponível em: <<https://www.tropicos.org/name/Search?name=Phaseolus%20vulgaris>>. Acesso em: 22 fev. 2020.

USDA. United States Department of Agriculture. National Nutrient Database, 2018.

VALDÉS, S. T.; COELHO, C. M. M.; MICHELLUTI, D. J.; TRAMONTE, V. L. C. G. 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.

WOOD, J. A. Avaliação do tempo de cozimento em leguminosas: uma revisão **Cereal Chem**. v. 94, n. 1, p. 32-48, 2017.