



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CURSO DE AGRONOMIA

Mateus Ganasini

Desempenho produtivo e tempo de cocção de feijão

Curitibanos
2024

Mateus Ganasini

Desempenho produtivo e tempo de cocção de feijão

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Agronomia do Centro de Ciências Rurais do Campus de Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Amanda Gonçalves Guimarães, Dra
Coorientadora: Profa. Rita Carolina de Melo, Dra.

Curitibanos

2024

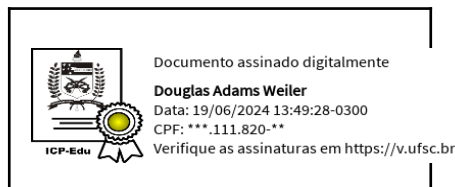
Mateus Ganasini

Desempenho produtivo e tempo de cocção de feijão

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Curitiba, 24 de maio de 2024.

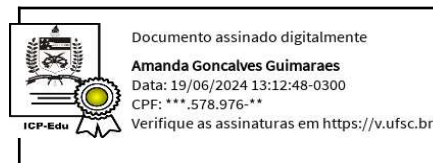
Coordenação do Curso



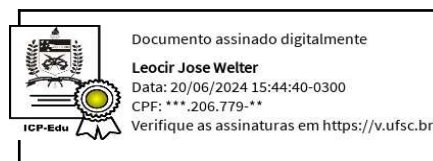
Prof. Dr. Douglas Adams Weiler

Banca examinadora

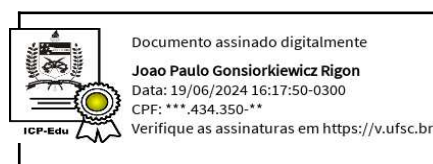
Orientador(a)



Prof.(a) Dr.(a) Amanda Gonçalves Guimarães.



Prof. Dr. Leocir José Welter.



Prof. Dr. João Paulo Gonsiorkiewicz Rigon.

Curitiba, 2024.

AGRADECIMENTOS

Agradeço de forma especial a Deus, que me deu força, sabedoria e perseverança para superar os desafios e alcançar este momento tão importante na minha vida acadêmica. A Ele, dedico todas as minhas conquistas e vitórias.

Aos meus pais e familiares, pelo amor, apoio incondicional e incentivo constante. Vocês sempre acreditaram em mim e me motivaram a seguir em frente, mesmo nas situações mais difíceis.

Aos meus amigos, por estarem ao meu lado em todos os momentos, compartilhando risos, preocupações e vitórias. A amizade de vocês tornou esta jornada muito mais leve e agradável.

À minha faculdade, por proporcionar um ambiente de aprendizado e crescimento, oferecendo os recursos e oportunidades necessários para minha formação.

Aos meus professores, pela dedicação, paciência e pelo valioso conhecimento transmitido ao longo desses anos. Vocês foram fundamentais para minha formação profissional e pessoal. Agradeço especialmente à minha orientadora Amanda Gonçalves Guimarães, por suas orientações precisas, conselhos sábios e por acreditar no meu potencial.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento. Esta conquista é também de vocês.

Muito Obrigado!

RESUMO

A cultura do feijão tem uma importância na alimentação tanto para o Brasil quanto para o mundo. No estado de Santa Catarina, as condições edafoclimáticas são favoráveis para o seu cultivo. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de cinco genótipos de feijão cultivados em Curitibanos-SC avaliados em dois anos, além do caráter tempo de cocção. O experimento foi conduzido na Área Experimental Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, em delineamento experimental de blocos completos casualizados, com quatro repetições e cinco genótipos de feijão (BRS FP403, BRS ESTEIO, BRS FS311, BRSMG REALCE e BRS FC402) nas safras de verão 2022/2023 e 2023/2024. Foram analisadas as características altura das plantas (AP), altura da primeira vagem (AIV), número de vagens por planta (NV), número de grãos por vagem (NGV), massa de cem grãos (MCG), produtividade de grãos (PG), ciclo total da cultura (Ciclo) e tempo de cocção (TC). Não houve diferença entre os genótipos e nem nas safras para as características Ciclo, NGV e MCG, obtendo médias de 88,67 dias, 3,10 e 23,5 g, respectivamente. Para a AP, o genótipo BRS FC 402 foi mais alto nas duas safras com 92,27 e 133,97 cm respectivamente. A produtividade de grãos não houve diferença entre os genótipos de feijão, sendo que na safra 2022/2023 foi o maior desempenho produtivo com 1859,66 kg ha⁻¹. O genótipo FC402 apresentou o maior tempo de cocção (54,44 min), indicando uma diferença significativa em relação aos demais genótipos que permaneceram igualmente com menores tempos de cocção variando entre 33,17 e 38,32 min. A correlação fenotípica em ambas as safras foi negativamente significativa para MCG e NGV, ou seja, uma planta com maior MCG, selecionam-se indiretamente genótipos com menor NGV. Na safra 2022/2023 para uma altura de inserção da primeira vagem mais alta, considera-se selecionar genótipos com menor altura de plantas, já para plantas de um ciclo mais curto, é recomendável considerar e selecionar genótipos com menor NV. Já na safra 2023/2024, ao selecionar genótipos com maior AP, pode-se esperar um incremento no NV e na PG.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., rendimento de grão, cultivares, correlação.

ABSTRACT

The bean culture holds importance in the diet both for Brazil and the world. In the state of Santa Catarina, the soil and climatic conditions are favorable for its cultivation. The objective of this study was to evaluate the productive performance of five bean genotypes grown in Curitibanos-SC over two years, including cooking time characteristics. The experiment was conducted at the Agricultural Experimental Area of the Federal University of Santa Catarina, Curitibanos Campus, using a randomized complete block design with four replications and five bean genotypes (BRS FP403, BRS ESTEIO, BRS FS311, BRSMG REALCE, and BRS FC402) during the summer seasons of 2022/2023 and 2023/2024. The following characteristics were analyzed: plant height (PH), height of the first pod (HFP), number of pods per plant (NP), number of grains per pod (NGP), hundred grain weight (HGW), grain yield (GY), total crop cycle (Cycle), and cooking time (CT). There were no differences among genotypes or seasons for Cycle, NGP, and HGW, with averages of 88.67 days, 3.10, and 23.5 g, respectively. For PH, genotype BRS FC 402 was tallest in both seasons with 92.27 and 133.97 cm, respectively. Grain yield did not differ among bean genotypes, with the highest productivity observed in the 2022/2023 season at 1859.66 kg ha⁻¹. Genotype FC402 exhibited the longest cooking time (54.44 min), significantly different from other genotypes which had shorter cooking times ranging between 33.17 and 38.32 min. Phenotypic correlation in both seasons was negatively significant for HGW and NGP, indicating that plants with higher HGW indirectly select genotypes with lower NGP. In the 2022/2023 season, for taller first pod insertion height, selecting genotypes with shorter plant height is recommended, while for shorter cycle plants, considering and selecting genotypes with fewer NP is advisable. In the 2023/2024 season, selecting genotypes with greater PH may lead to increased NP and GY.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., grain yield, cultivars, correlation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Local do experimento na Área Experimental Agropecuária do campus UFSC em Curitibanos-SC. Em vermelho área do experimento.	25
Figura 2- Precipitação (mm), temperatura mínima (°C), temperatura média (°C) e temperatura máxima (°C) referente a safra 2022/2023 (A) e safra 2023/2024 (B)	26
A)B)	26
Figura 3 Delineamento experimental nas safras 2022/2023 e 2023/2024 na área experimental da UFSC, Curitibanos-SC.	26
Figura 4- Características avaliadas no experimento: A) Altura de planta. B) Altura Inserção de Primeira Vagem. C) Número de Vagem e Número de grãos. D-E) Tempo de Cocção no equipamento Cozedor de Mattson.	30
Figura 5- Médias dos genótipos de feijão quanto a produtividade de grãos (PG) de genótipos de feijão nas safras 2022/2023 e 2023/2024. Curitibanos-SC.	37
Figura 6- Médias dos genótipos de feijão quanto o tempo de cocção (TC) de genótipos de feijão na safra 2023/2024. Curitibanos-SC.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características dos genótipos de feijão utilizados nas safras 2022/2023 e 2023/2024 na área experimental da UFSC, Curitibanos-SC.	27
Tabela 2- Resumo da análise de variância conjunta para os efeitos de genótipo, ano e interação), revelando os valores de grau de liberdade (GL) e quadrados médios (QM) de oito características em diferentes genótipos de feijão nas safras 2022/2023 e 2023/2024. Curitibanos-SC.	32
Tabela 3- Médias da altura de planta (AP) e altura de inserção da primeira vagem (AIV) em diferentes genótipos de feijão nas safras 2022/2023 e 2023/2024. Curitibanos-SC.	34
Tabela 4- Médias do número de vagens (NV) e produtividade de grãos (PG) em diferentes genótipos de feijão nas safras 2022/2023 e 2023/2024. Curitibanos-SC.	36
Tabela 5- Estimativas das correlações fenotípicas entre as características avaliadas em cinco genótipos de feijão na safra de 2022/2023. Curitibanos-SC.	40
Tabela 6- Estimativas das correlações fenotípicas entre as características avaliadas em cinco genótipos de feijão na safra de 2023/2024. Curitibanos-SC.	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 Objetivo Geral	13
1.1.2 Objetivos Específicos	13
1.2 JUSTIFICATIVA	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 ORIGEM E ASPECTOS BOTÂNICOS DO FEIJOEIRO	14
2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO FEIJÃO	15
2.3 EXIGÊNCIAS EDAFOCLIMÁTICAS DA CULTURA DO FEIJÃO	16
2.4 CULTIVO DO FEIJOEIRO EM SANTA CATARINA	17
2.5 TEMPO DE COCÇÃO	19
2.6 INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE	21
2.7 CORRELAÇÕES	22
2.7 CULTIVARES DE FEIJÃO A SEREM UTILIZADAS	23
2.7.1 BRS FP403	23
2.7.2 BRS Esteio	23
2.7.3 BRS FS311	23
2.7.4 BRSMG Realce	24
2.7.5 BRS FC402	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO	25
3.2 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	26
3.3 AVALIAÇÕES	28
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	43

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Ganasini, Mateus

Desempenho produtivo e tempo de cocção de feijão / Mateus Ganasini ; orientador, Amanda Gonçalves Guimarães , coorientador, Rita Carolina de Melo, 2024.

52 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2024.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Feijão. 3. Tempo de cocção. 4. Produtividade. 5. Genótipos. I. Guimarães , Amanda Gonçalves. II. de Melo, Rita Carolina. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Agronomia. IV. Título.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é relevante economicamente, constitui um alimento fundamental para os brasileiros, servindo como opção de cultivo em propriedades pequenas, empregando mão-de-obra não especializada e fornecendo proteína essencial na dieta de grupos sociais de menor renda (EMBRAPA, 2022). Na safra 2022/2023, a produção de feijão no Brasil alcançou 3 milhões de toneladas, mesmo com uma área cultivada menor em comparação aos anos anteriores.

Os principais produtores globais de feijão incluem Índia, Brasil, Mianmar, China, Tanzânia, Uganda, Estados Unidos, México, Quênia e Burundi (FAOSTAT, 2021). O Brasil ocupa o segundo lugar nesse ranking (CONAB, 2024). Segundo projeções do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estima um consumo de 3,02 milhões de toneladas até 2030.

No Brasil, existem três épocas diferentes de plantio de feijão, sendo elas a época das águas, época da seca e inverno, o que contribui para uma oferta contínua do produto. O ciclo de crescimento curto gira em torno de 67 dias (da semeadura à maturação dos grãos), sendo benéfico para os agricultores, permitindo que eles ajustem o plantio dentro de um período mais curto, sem comprometer a produção de outros grãos durante o mesmo ano safra (CONAB, 2021). Na safra 2023/2024, a região sul do Brasil foi responsável pela produção de 153 mil toneladas de feijão preto na primeira safra, sendo considerada alta. O Estado do Paraná liderou o ranking (97,8 mil toneladas), seguido por Santa Catarina (29,0 mil toneladas) e Rio Grande do Sul (26,2 mil toneladas) (CONAB, 2024). Para o feijão de cores nesta mesma safra 2023/2024, Santa Catarina ficou em terceiro lugar (16,8 mil toneladas), Rio Grande do Sul (16,9 mil toneladas) e o estado do Paraná liderando (54,9 mil toneladas).

As condições climáticas ideais para o cultivo do feijão na grande parte da região sul seria a safra das águas, principalmente a temperatura (média de 25°C) e precipitação de 300 a 600 mm (Wendland *et al.* 2014a). Um elemento significativo a se levar em conta na região sul do Brasil é que não haja a ocorrência de geadas durante o ciclo da cultura, além de garantir que o período de floração não se sobreponha a momentos de temperaturas acima de 32°C ou falta de água. Altas temperaturas e escassez de água durante a fase de floração resultam no aborto das vagens, levando a uma diminuição na produção de grãos (Gonzaga, 2014). A cidade de Curitiba em Santa Catarina tem condições propícias para o cultivo de feijão, como observado nas duas últimas safras 2022/2023 e 2023/2024, com registros de

precipitação (551,6 mm e 621 mm) e temperatura (19,5 °C e 20,9 °C) favoráveis ao desenvolvimento da cultura (Beilner, 2023; INMET, 2024).

Em Santa Catarina, os tipos de feijão preto e carioca são os mais cultivados, representando 85% do mercado nacional devido à preferência dos consumidores. O feijão-preto abrange 63% da área plantada e 62% da produção, enquanto o feijão-carioca representa 37% da área e 38% da produção. A área plantada na safra 2022/23 é de 61 mil hectares. Essas cultivares são escolhidas por sua qualidade nutricional e valor saudável, sendo ricas fontes de proteína (EPAGRI, 2022).

Além do desempenho produtivo, que é de grande interesse para os produtores, há uma crescente demanda dos consumidores por cultivares de feijão que apresentem tempo de cocção reduzido (Bassinelo, 2023; Carbonari *et al.*, 2023). Um tempo de cocção mais curto não apenas economiza energia e tempo, mas também preserva os nutrientes do feijão. É importante ressaltar que características como sabor, consistência e cor do caldo desempenham um papel crucial na aceitação das novas cultivares pelos consumidores, influenciando diretamente a experiência gastronômica (Paz, 2020). Além disso, o tempo de cozimento dos grãos de feijão é essencial para garantir a inativação de fatores antinutricionais, embora muitas vezes não se leve em conta o tempo total necessário para assegurar que o grão esteja completamente cozido (Souza, 2019; Hashimoto, 2019).

O sucesso da cadeia produtiva do feijão é fortemente influenciado pelo ambiente de cultivo e pelo genótipo escolhido para cultivo. Cada genótipo possui características distintas, como produtividade de grãos, rusticidade, resistência e tolerância a doenças, além de adaptação climática e ciclos de cultivo (Barili, 2005). Essa interação entre o ambiente e o genótipo é fundamental para determinar o desempenho geral das cultivares de feijão em uma determinada região, destacando a importância de selecionar genótipos adaptados às condições específicas de cultivo para garantir o sucesso da produção.

Neste sentido, o estudo visa agregar informações ao melhoramento genético de feijão, com destaque a região produtora de grãos de Curitiba-SC. A análise de dois anos de cultivo no mesmo local e época é essencial para confirmar se as características dos genótipos variam ao longo do tempo, considerando influências climáticas como variações de temperatura e precipitação (Carbonari *et al.*, 2021; Mendonça *et al.*, 2016; Colussi, 2023).

Essa abordagem pode contribuir para a seleção de genótipos, fortalecendo a sustentabilidade e resiliência da agricultura local. O estudo busca identificar cinco cultivares com maior adaptação produtiva além de características tecnológicas favoráveis como o tempo de cocção, considerando o ambiente edafoclimático em Curitiba-SC.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar o potencial produtivo de cinco genótipos de feijão durante duas safras (2022/23 e 2023/24) em Curitiba, e o tempo de cocção.

1.1.2 Objetivos Específicos

Identificar qual (is) o (s) genótipo (s) de feijão que demonstram maior produtividade de grãos sob as condições edafoclimáticas nas safras de 2022/2023 e 2023/2024 de Curitiba-SC e compará las;

Identificar as relações entre os caracteres de interesse em feijão, como ferramenta para seleção indireta de variáveis.

1.2 JUSTIFICATIVA

Atualmente, há uma carência de informações sobre o cultivo de feijão na região de Curitiba-SC.

Com base no experimento a ser realizado na cidade de Curitiba-SC serão analisados esses cinco genótipos em dois anos, visando identificar potencialidades ou não para adaptação às condições climáticas e ao solo da região, com maior produtividade de grãos e menor tempo de cocção. Genótipos que apresentam um tempo de cocção reduzido são valorizados, considerando que na sociedade atual, o tempo necessário para preparar alimentos diminuiu frente a outras atividades (Melo, 2017).

Além do mais, o propósito deste estudo é ampliar o conhecimento disponível acerca dessas cultivares, dependendo do resultado visar e estimular a adoção desses genótipos como uma oportunidade para agricultores familiares garantirem sua subsistência e geração de renda. Aproximadamente 70% da produção brasileira de feijão provém da agricultura familiar, e em Santa Catarina, essa parcela é quase integral. O País é responsável por uma produção de cerca de 3 milhões de toneladas de feijão (Schwengber, 2023).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ORIGEM E ASPECTOS BOTÂNICOS DO FEIJOEIRO

O feijão é cultivado há milhares de anos e sua origem gera divergências entre pesquisadores. A hipótese principal aponta três centros de diversidade genética: Mesoamérica, com grãos pequenos; sul dos Andes, com sementes grandes; e norte dos Andes, com características intermediárias (Embrapa, 2000). Guerras ajudaram a disseminá-lo globalmente devido à sua importância na dieta dos guerreiros (Tôsto, *et al.*, 2012). No Brasil, o feijão é cultivado há mais de 2.000 anos, sendo comprovado por sementes encontradas em cavernas desse período (Rocha, 2011).

O feijoeiro é uma planta anual pertencente à família das Fabaceas, sua classificação divide-se em dois grupos. O primeiro engloba o feijão-comum, da espécie *Phaseolus vulgaris*, enquanto o segundo abrange a espécie *Vigna unguiculata* (L) Walp, que inclui o feijão-caupi, popularmente conhecido como feijão-de-corda (Wendland *et al.*, 2014b).

O feijoeiro é uma planta autógama (mais de 95% de autofecundação) e possui 22 pares de cromossomos. É uma planta de crescimento determinado ou indeterminado, com um caule composto por uma sequência de nós e entrenós. Os cotilédones estão no primeiro nó, as folhas primárias no segundo e a partir do terceiro surgem as folhas trifolioladas ou definitivas. Além disso, pode exibir características como pilosidade e pigmentação (EMBRAPA, 2003).

O fruto é uma vagem composta por duas partes, valvas superior e inferior, que podem ter diferentes formas e cores. A extremidade, chamada ápice, pode ser arqueada ou reta. A coloração varia de acordo com a maturação, indo do verde ao vermelho, roxo e amarelo, com possíveis estrias (Costa, 2023).

A planta pode exibir quatro tipos distintos de hábitos de crescimento, cada um com suas características particulares. O Tipo I é caracterizado pelo crescimento determinado, apresentando um hábito arbustivo e porte ereto. Nesse tipo, a planta tem um tamanho pequeno, variando entre 25 e 50 cm. Durante a colheita, as vagens amadurecem de maneira uniforme, o que é uma vantagem. Além disso, o feijoeiro do Tipo I possui uma ramificação vertical compacta, com poucos ramos distribuídos entre 5 e 9 nós. Embora a produção por planta seja menor, esse tipo é considerado precoce (Yokoyama *et al.*, 1999).

Por outro lado, o Tipo II apresenta um crescimento indeterminado, também com hábito arbustivo e porte ereto. No entanto, sua característica distintiva é o caule pouco ramificado. Essa particularidade resulta em um crescimento vertical mais compacto, com ramos curtos distribuídos entre 10 e 20 nós. Além disso, a rigidez do caule torna o feijão do Tipo II

adequado para a colheita mecânica, de acordo com Yokoyama *et al.* (1999).

O Tipo III, por sua vez, exibe um crescimento indeterminado, mas com um porte semiprostrado e ramificação aberta, conforme observado por Costa (2023). Esse tipo de feijão se destaca pela sua produção, que possui um alto potencial. No entanto, as vagens amadurecem em momentos diferentes, resultando em um ciclo mais longo de 85 a 95 dias.

Finalmente, o Tipo IV demonstra um crescimento indeterminado e assume um comportamento de planta trepadora ou enredadora (Costa, 2023). Este tipo apresenta uma característica interessante, com poucos ramos laterais em cada nó e uma dominância apical forte. Isso resulta em um amadurecimento desigual das vagens e requer colheita manual em partes. Além disso, o ciclo de crescimento do Tipo IV é mais longo, estendendo-se acima de 110-120 dias. Cada hábito de crescimento do feijão possui suas próprias vantagens e desafios, influenciando diretamente no desenvolvimento da planta e na produção de grãos.

2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO FEIJÃO

Do ponto de vista nutricional, o feijão é altamente recomendado como parte de uma dieta saudável, pois é rico em diversos nutrientes essenciais. Este alimento oferece proteínas de boa qualidade, ferro, cálcio, vitaminas do complexo B, carboidratos complexos, fibras e lisina, um aminoácido essencial para o corpo humano (Kowaltowski, 2021).

Já do ponto de vista econômico, pode-se citar que a Índia tornou-se o maior produtor mundial de feijão, com uma produção de 6,120 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2023). O Brasil por sua vez ocupa o segundo lugar nesse ranking, com uma produção total aproximada de 3 milhões de toneladas na safra 2023 (CONAB, 2024). Projeções conservadoras indicam uma produção de 3,02 milhões de toneladas até 2030 (Coelho, 2021).

No Brasil, o feijão Carioca é o mais predominante, representando cerca de 63% da produção total. Em seguida, temos o feijão Caupi com 19% e o feijão Preto com 18% (DEPEC, 2017). A preferência por diferentes tipos de feijão varia de região para região, influenciada pela história e cultura de cada localidade. No Sul do Brasil, o feijão preto é popular, enquanto no Nordeste, usam o feijão de corda, no Centro-Oeste, destaque para o rosinha. Além disso, o feijão carioca é muito consumido no país inteiro (SECOM, 2020).

2.3 EXIGÊNCIAS EDAFOCLIMÁTICAS DA CULTURA DO FEIJÃO

O feijoeiro é uma planta do tipo C3, o que significa que utiliza o ciclo de Calvin-Benson na fotossíntese para converter dióxido de carbono em compostos orgânicos (Braga *et al.*, 2021). Tal característica fisiológica faz com que a planta perca mais água durante o processo de fotossíntese, quando comparada com gramíneas, por exemplo. Por isso, também é considerada uma planta sensível a temperaturas extremas, bem como, ao déficit hídrico prolongado.

Pode ser cultivado na maioria dos continentes, sendo a temperatura do ar crucial para o crescimento do feijão. Geralmente, seu cultivo é mais promissor em regiões que apresentem faixas térmicas de 10°C a 35°C. A EMBRAPA recomenda uma faixa de temperatura de cerca de 29°C durante o dia e 21°C à noite para um bom desenvolvimento (Wenland *et al.*, 2014a). Temperaturas muito altas, especialmente sem irrigação adequada, prejudicam a produção. Durante a floração e frutificação, altas temperaturas podem causar a queda de flores e vagens. A germinação do feijoeiro é ideal em temperaturas por volta de 28°C. No entanto, temperaturas altas afetam negativamente o florescimento e a frutificação da planta (Silva; Heinemann, 2021). A cultura pode tolerar baixas temperaturas até um limite de 3°C (Araújo, 2023).

A radiação solar afeta o feijão sendo que a baixa radiação diminui a área foliar e a alta radiação não garante maior rendimento. Regiões com 150-250 watts por metro quadrado (W/m²) são ideais, e acima de 400 W/m² a fotossíntese se estabiliza. Quanto ao fotoperíodo, a cultura do feijão não é sensível, crescendo independentemente do período de luz solar (Silva; Heinemann, 2021).

A água é vital para o desenvolvimento da cultura, sendo uma faixa média de 300 a 600 mm de chuva necessários. Estresse hídrico afeta mais a floração. A falta de água afeta a cultura do feijoeiro, especialmente durante a floração e a formação inicial das vagens. O período crítico ocorre cerca de 15 dias antes da floração, ocasionando impactos no tamanho da planta, nas dimensões das vagens e na quantidade de sementes por vagem, comprometendo a produção (Araújo, 2023).

Conforme a Portaria SPA/MAPA N°33, datada de 21 de março de 2023 e publicada pelo governo, que aprova o Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a primeira safra de feijão em Santa Catarina para o ano safra 2023/2024, o período recomendado para o plantio de feijão na região de Curitibanos é entre 21 de setembro e 31 de dezembro, com um risco de até 20%. Esses detalhes são baseados em um grupo específico de feijão, conforme indicado pelas variedades e seus respectivos obtentores/mantenedores, além da análise do tipo de solo,

dividido em três categorias. A cultura do feijão é designada como Grupo II (que abrange as variedades estudadas neste experimento) e para o tipo de solo 2, que apresenta textura média, contendo entre 15% e 35% de argila e menos de 70% de areia (Araújo, 2023). No presente momento, há um total de 270 cultivares de *P. vulgaris* registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2024).

2.4 CULTIVO DO FEIJOEIRO EM SANTA CATARINA

As características climáticas e do solo em Santa Catarina criam um ambiente propício para o cultivo do feijão, resultando em produtos de qualidade excepcional. A produção de feijão desempenha um papel crucial no suprimento tanto interno quanto externo do país, e também proporciona aos agricultores uma fonte adicional de renda por meio da diversificação (CONAB, 2021). A atividade produtiva catarinense de feijão segue um padrão de duas safras distintas. A primeira delas é conhecida como "safra das águas" (feijão de 1ª safra), respondendo por cerca de 60% da produção total, enquanto a segunda, chamada "safra da seca" (feijão de 2ª safra), representa aproximadamente 40% da produção total no estado (EPAGRI, 2022).

Em Santa Catarina, o feijão é cultivado em diversas regiões do estado, com maior foco nas áreas do Planalto Norte e Serrano na 1ª safra, e no Oeste e Litoral Sul na 2ª safra. Na safra 2023/24, a área de plantio de feijão total em Santa Catarina, abrange 29,3 mil hectares (CONAB, 2024). Com uma produção de 61,8 mil toneladas na safra 2022/2023 (Conab, 2023). A projeção da Epagri/Cepa é que o estado alcance uma produção de aproximadamente 115.382 toneladas de feijão nas duas safras, o que representa um aumento de 10% em relação ao ciclo anterior (2021/22). Embora a área de cultivo deve diminuir em cerca de 9%, espera-se um aumento de 22% na produtividade.

De acordo com o levantamento realizado pelo IBGE, em 2021, Curitibanos alcançou a oitava posição no ranking de área cultivada em Santa Catarina, com 1.800 hectares destinados ao cultivo de feijão, posicionando Curitibanos entre os onze maiores produtores do estado de Santa Catarina (IBGE, 2021). Na safra 2021/2022, Santa Catarina apresentou cinco regiões com produção significativa de feijão, conforme os dados divulgados pela EPAGRI. Xanxerê liderou com 29.587 toneladas, seguido por Canoinhas com 27.100 toneladas, Campos de Lages com 13.738 toneladas, Chapecó com 8.227 toneladas e Curitibanos com 7.167 toneladas (EPAGRI, 2022).

Com base nos preços do feijão na região de Curitibanos em 22/04/2024, observam-se variações significativas nos valores por quilograma, dependendo da cultivar e da empresa

fornecedora dos grãos. Essas variações de preço podem ser influenciadas por diversos fatores, incluindo oferta e demanda, sazonalidade, qualidade do produto e custos de produção. Foi feito um levantamento de preço no mês de abril de 2024, sendo que feijão carioca apresentou uma faixa de preço entre R\$8,79 a R\$9,39 por quilo, já o feijão preto com preços entre R\$ 5,79 a R\$6,30 por quilo, e o feijão rajado com valores entre R\$8,90 a R\$ 11,90 por quilo.

Segundo dados da EPAGRI/CEPA para o ano de 2024, o preço médio pago aos produtores de feijão preto em fevereiro, por saca de 60 quilos, atingiu o valor de R\$336,42. De acordo com Alves (2024), esse aumento nos preços era previsto para esta época do ano. No entanto, as condições climáticas adversas, especialmente o excesso de chuva durante o plantio da primeira safra, a escassez de chuvas durante a fase de enchimento dos grãos e as baixas temperaturas ao longo do ciclo da cultura, resultaram em estimativas de produção reduzidas. Isso gerou uma expectativa de escassez de feijão-preto no mercado, o que tem mantido os preços em níveis elevados.

Os dois principais tipos de feijão cultivados em Santa Catarina apresentaram comportamentos distintos no mercado no início deste ano. Enquanto o feijão-preto teve uma valorização, o preço pago ao produtor pelo feijão carioca registrou uma queda de 8,44% em fevereiro de 2024, comparado ao mês anterior. O valor médio recebido por saca de 60 quilos, que ficou em R\$217,08, representa uma redução de 32,51% em relação ao valor registrado em fevereiro de 2023.

Até o final de fevereiro de 2024, cerca de 63% da área plantada estimada para a primeira safra de feijão 2023/2024 havia sido colhida, totalizando aproximadamente 33 mil toneladas do produto. Com base nas últimas atualizações, a Epagri/Cepa estima que tenham sido plantados cerca de 28,5 mil hectares com feijão na primeira safra em Santa Catarina, representando uma redução de 7% em relação à área plantada na safra anterior. Também é perceptível uma redução na produtividade devido aos problemas climáticos, resultando em uma safra estimada 14,5% menor que a anterior. Quanto à segunda safra de feijão, que atualmente está em fase de plantio, estima-se que serão semeados cerca de 30,3 mil hectares no estado, uma área aproximadamente 3% menor que a da segunda safra de 2022/2023. As cultivares mais utilizadas em Santa Catarina segundo a Epagri são a SCS207 Querência, SCS205 Riqueza, SCS206 Potência e SCS204 Predileto, devido a alta produtividade aliada com a resistência a patógenos e pragas (EPAGRI, 2023).

2.5 TEMPO DE COCÇÃO

O tempo de cocção refere-se ao período necessário para cozinhar os grãos de feijão até atingirem a textura desejada para consumo, sendo essencial para garantir que os grãos estejam devidamente preparados, com sabor, textura e aparência adequados para diversas preparações culinárias (Lemos, *et al.*, 1996).

A qualidade dos grãos de feijão pode ser avaliada sob três perspectivas tecnológicas: comercial, culinária e nutricional. No contexto culinário, os consumidores valorizam características como rápida hidratação, baixo tempo de cozimento, produção de um caldo espesso, sabor e textura, grãos moderadamente rachados, casca fina e boa estabilidade de cor após o cozimento. A integridade dos grãos pós-cozimento é essencial para aplicações industriais (Chaves, 2018).

Um fator a considerar sobre o tempo de cocção é a importância do caráter no (MEVE - Massa Emulsionada de Verduras Específicas) ao lidar com famílias modernas e técnicas contemporâneas de preparo de alimentos. O tempo de cocção é crucial devido à busca por conveniência e eficiência na cozinha, especialmente em um estilo de vida acelerado. Grãos que demandam menos tempo de cocção são preferidos pela economia de tempo e energia no preparo das refeições (Rocha, *et al.*, 2017). O tempo de cocção adequado é fundamental para garantir a textura e sabor ideais dos pratos, especialmente ao utilizar técnicas modernas de preparo como panelas de pressão. Controlar o tempo de cocção é essencial para atender às necessidades das famílias contemporâneas e às exigências das técnicas culinárias modernas (Quint, *et al.*, 2021).

As características que definem a qualidade dos grãos de feijão incluem rápida hidratação, baixo tempo de cozimento, produção de caldo espesso e saboroso, textura macia e não empapada, casca fina após o cozimento e boa estabilidade de cor. Esses atributos são fundamentais para a preferência dos consumidores e a qualidade dos produtos finais à base de feijão, orientando escolhas de cultivares e seleção de grãos para diferentes usos culinários e industriais (Rodrigues, 2023).

Essas mudanças tornam o feijão mais palatável e nutritivo (Coelho, *et al.* 2021). O processo de cocção é crucial para preparar os grãos de feijão para o consumo, pois durante essa etapa ocorre a desativação de elementos antinutricionais presentes nos grãos. Além disso, a cocção permite que as características sensoriais se desenvolvam de acordo com as preferências dos consumidores (Yokoyama & Stone, 2000).

A absorção de água pelos grãos é influenciada por diversos fatores físicos e químicos. A permeabilidade do tegumento, incluindo sua espessura e composição, desempenha um papel importante nesse processo. Além disso, a composição química dos grãos também é relevante, sendo que grãos com maior teor de proteínas tendem a absorver água mais rapidamente do que grãos ricos em amido. As condições fisiológicas dos grãos, como o grau de maturidade e deterioração, também afetam a absorção de água, com grãos imaturos ou levemente deteriorados absorvendo mais água. Além disso, a temperatura também influencia a absorção de água, sendo que a taxa de absorção geralmente aumenta com o aumento da temperatura, dentro de certos limites (Queiroga *et al.*, 2003).

Durante o cozimento convencional, o processo ocorre em duas etapas de degradação da textura: primeiro a imersão em água e depois o processamento térmico através da ebulição. A etapa crítica que limita a taxa de amolecimento do feijão é a solubilização da pectina presente na lamela média e nas paredes celulares do cotilédone, como destacado por Chigwedere *et al.*, (2018). O tempo de cozimento de feijões recém-colhidos pode variar de 30 a 120 minutos, conforme observado por Gomes *et al.*, (2000). No entanto, o armazenamento inadequado dos grãos pode levar a um aumento significativo no tempo de cozimento, podendo chegar a até 8 horas, devido ao desenvolvimento do defeito textural conhecido como "Hard-To-Cook" (HTC). Esse problema resulta no endurecimento do cotilédone, prejudicando o amolecimento mesmo quando o feijão é adequadamente hidratado (Wafula *et al.*, 2022).

Portanto, o tempo de cozimento dos grãos é um indicador crucial de qualidade para melhoristas, distribuidores de sementes, indústrias de alimentos e consumidores, como salientado por Silva, *et al.*, (2022). Estudos recentes destacam a importância dos aspectos relacionados à qualidade tecnológica dos grãos, como alta capacidade de hidratação e menor tempo de cocção, para o desenvolvimento de novas cultivares (Perina *et al.*, 2014; Santos *et al.*, 2016). Essas características tecnológicas podem ser influenciadas pela constituição genética, condições ambientais e armazenamento (Dalla Corte *et al.*, 2003; Coelho *et al.*, 2009; Perina *et al.*, 2010).

Além do mais, dependendo do genótipo de feijão, quanto por exemplo a diferença no tamanho dos grãos, pode afetar a capacidade de absorção de água e com isso ter variações no tempo de cocção (Almeida *et al.*, 2023).

A genética desempenha um papel crucial na determinação do tempo de cocção dos feijões secos, como destacado no texto. Diferentes estudos documentaram uma ampla variabilidade genética para esse traço, sugerindo que ele é altamente hereditário e controlado por um pequeno número de genes (Cichy, Wiesinger, & Mendoza, 2015b; Elia *et al.*, 1997;

Jacinto-Hernandez *et al.*, 2003). Isso implica que diferentes genótipos de feijão podem apresentar tempos de cocção distintos, influenciados por sua constituição genética. Nesse contexto, diversos estudos na literatura têm investigado a presença e a extensão da variação genética associada ao tempo de cozimento em diferentes genótipos de feijão (Arns *et al.*, 2018; Cichy *et al.*, 2019; Katuuramu *et al.*, 2020; Pereira *et al.*, 2017; Wiesinger *et al.*, 2016).

Variações genóticas podem resultar em diferentes desempenhos para o tempo de cozimento e outros atributos relacionados à capacidade de cozimento dos grãos, podendo influenciar diretamente ou indiretamente nesse aspecto (Wiesinger *et al.*, 2016). A partir da identificação da variabilidade genética nos genótipos de feijão em relação ao tempo de cozimento, é importante quantificar e compreender o grau de semelhança e diferença entre os diferentes genótipos, o que pode ser observado por meio de estimativas de dissimilaridade (Carbonari *et al.*, 2023).

O armazenamento prolongado de grãos pode resultar na perda de qualidade, levando ao aumento da dureza dos grãos e do tempo de cocção, além de alterar o sabor e a cor do tegumento. Essa deterioração pode ser agravada pelo uso de dessecantes (Ganascini, 2019). Tal efeito ocorre quando o cotilédone não amolece adequadamente durante o cozimento, exigindo um tempo prolongado para amaciar. Esses problemas são causados pela ação de polifenóis que alteram o tegumento ou pela lignificação dos cotilédones, dificultando a absorção de água e o cozimento (Dias *et al.*, 2017).

As condições de temperatura e umidade relativa durante o armazenamento impactam a qualidade do feijão para o cozimento, resultando em um tempo de cocção mais prolongado à medida que o período de estocagem dos grãos aumenta (Morais, *et al.*, 2010). No entanto, Bertoldo *et al.*, (2009) afirmam que a contribuição genética para o tempo de cocção é baixa, sendo que grande parte da variabilidade observada em seu estudo pode ser atribuída aos efeitos ambientais e à interação genótipo-ambiente.

Essas alterações tornam os grãos mais resistentes ao processo de cozimento, prolongando o tempo necessário para atingir a textura desejada (Morais, *et al.*, 2010).

No programa de melhoramento genético do feijoeiro, a avaliação do tempo de cocção é realizada usando o cozedor de Mattson especificamente para linhagens que estão nos estágios finais de testes e recomendação como potenciais novas cultivares (Silva, 2017).

2.6 INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE

A interação entre genótipo e ambiente surge quando os genótipos respondem de forma distinta em ambientes diversos. Isso viabiliza a detecção de cultivares com adaptações

específicas a determinados ambientes e/ou cultivares com adaptações abrangentes, que demonstram um desempenho satisfatório na maioria das condições ambientais (Carlóni, *et al.* 2022).

O melhorista procura por genótipos que apresentem um maior valor genotípico em comparação com as influências do ambiente e das interações genótipo e ambiente (G x A), ou aqueles que combinem todos os elementos fenotípicos favoráveis (Pereira *et al.*, 2016). Ao conduzir experimentos em diversos ambientes ou sob diferentes condições ambientais, é esperado que os genótipos apresentem respostas distintas diante das variações impostas pelos ambientes. Quanto mais diversidade genética existir entre os genótipos e entre os ambientes, maior será a relevância da interação genótipo-ambiente (G x A) (Borém *et al.*, 2017).

A análise combinada de experimentos é de grande interesse para os melhoristas de plantas, pois permite tomar decisões que abrangem uma região inteira ao conduzir um único experimento em múltiplos locais ou épocas. Para isso, são aplicados os mesmos tratamentos, delineamentos experimentais e número de repetições em todos os experimentos (Dessoti, 2003). Na análise conjunta de experimentos, é fundamental pressupor a homogeneidade dos quadrados médios residuais em todos os experimentos incluídos na análise. Vários estudos realizados com o feijoeiro comum têm documentado a presença da interação entre genótipos e ambientes (Nogueira *et al.*, 2012; Domingues *et al.*, 2013). A característica produtividade de grãos é um caráter poligênico e sofre forte influência do ambiente na expressão do fenótipo (Pereira *et al.*, 2016).

A disponibilidade hídrica durante o enchimento dos grãos na época de semeadura afeta o tempo de cozimento, sendo observado um menor tempo na época com maior disponibilidade de água. Essas variações destacam a importância do ambiente na qualidade dos grãos para o cozimento (Rodrigues, *et al.*, 2005).

2.7 CORRELAÇÕES

A importância do coeficiente de correlação no melhoramento de plantas reside na sua capacidade de quantificar o grau de associação entre diferentes características, estimando a intensidade e a direção das influências de uma característica sobre a outra (Cruz *et al.*, 2014). A intensidade da associação entre variáveis pode ser positiva ou negativa, com valores variando de -1 a 1. Isso indica se as variáveis estão se beneficiando ou sendo prejudicadas pela mesma fonte de variação. Correlações positivas significam que o aumento de uma variável está associado ao aumento da outra, enquanto correlações negativas indicam o oposto (Ramalho *et al.*, 2012; Nogueira, 2012). As relações entre esses caracteres são avaliadas por

meio das correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais. A correlação fenotípica é calculada a partir das medidas observadas dos caracteres, refletindo assim influências genéticas e ambientais. Por sua vez, a correlação genotípica, que representa a parte genética da correlação fenotípica e é a única de natureza hereditária, assume maior importância nos programas de melhoramento genético (Cruz *et al.*, 2014).

A correlação fenotípica é aplicada quando não há variância genética entre características e já foi investigada em várias culturas, incluindo feijão (Velho *et al.*, 2017), alho (Santos *et al.*, 2022) e batata-doce (Andrade Júnior *et al.*, 2020). Isso permite acelerar a seleção indireta de uma característica por meio da seleção direta de outra desejável (Cruz *et al.*, 2014) sob as mesmas condições de cultivo do genótipo em estudo.

2.7 CULTIVARES DE FEIJÃO A SEREM UTILIZADAS

2.7.1 BRS FP403

A cultivar BRS FP403 foi oficialmente registrada pela EMBRAPA no ano de 2017. Tem como característica seu crescimento ereto, suas sementes apresentam coloração preta. Demonstrando um hábito de crescimento indeterminado, a média de peso de 1000 sementes é de 269,51g (MAPA, 2023). Esse genótipo tem um ciclo considerado normal, com duração entre 85 e 95 dias, desde a emergência até a maturação fisiológica. Além disso, apresenta uma alta produtividade média de 4724 kg ha⁻¹. Sua qualidade comercial e culinária dos grãos é também considerada elevada. A planta possui uma boa estrutura de raízes e exibe resistência moderada a doenças como a murcha de Fusarium e podridões radiculares (Souza *et al.*, 2019).

2.7.2 BRS Esteio

A BRS Esteio foi lançada no ano de 2012, possui um crescimento vertical, o que a torna adequada para colheita mecânica direta. Ela também é conhecida por sua resistência à antracnose e por mostrar uma reação intermediária à ferrugem (Pereira *et al.*, 2013.). Pertencendo ao grupo preto, a cultivar possui um ciclo de crescimento que varia de 85 a 90 dias, desde a emergência até a maturação fisiológica. Exibindo um hábito de crescimento indeterminado do tipo II, essa variedade possui um peso de 1000 sementes avaliado em 240g (MAPA, 2023).

2.7.3 BRS FS311

A cultivar BRS FS311 foi desenvolvida a partir do cruzamento das linhagens PR 93201472 e 200105594 na EMBRAPA Arroz e Feijão, localizada em Santo Antônio de Goiás,

GO, no ano de 2001. Registrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em 2019, a cultivar apresenta porte ereto, com crescimento determinado, e tem um peso médio de 1000 sementes de 387,0g. Além disso, ela faz parte do grupo comercial rajado (MAPA, 2023).

2.7.4 BRSMG Realce

A cultivar BRSMG Realce, registrada em 2011 no MAPA, pertence ao grupo comercial rajado e se destaca por seu bom potencial produtivo e alto valor agregado. Isso se deve aos seus grãos diferenciados e à excelente qualidade culinária que oferece. A cultivar BRSMG Realce tem porte ereto e adota um hábito de crescimento determinado do tipo I. A cultivar BRSMG Realce apresenta grãos rajados, semelhantes aos da cultivar BRS Radiante (FARIA, *et al.*, 2003), com um peso médio de 1000 sementes de 350g. Além disso, ela possui excelentes qualidades culinárias e um tempo de cocção comparável ao de muitas outras cultivares de feijão atualmente indicadas. Demonstrando uma boa resistência ao acamamento e ao mosaico comum, a cultivar também exibe tolerância ao oídio, à ferrugem e à mancha angular (EMBRAPA, 2008).

2.7.5 BRS FC402

Registrada em 2015 no MAPA, a cultivar BRS FC402 apresenta um porte semiereto, com hábito de crescimento indeterminado do tipo II. Seu peso de 1000 sementes é de 255,31g, sendo classificada no grupo comercial carioca (MAPA, 2023). A cultivar BRS FC402 exibe uniformidade de coloração, com um ciclo normal que varia de 85 a 94 dias, desde a emergência até a maturação fisiológica. Ela apresenta uma tolerância intermediária ao acamamento e a colheita pode ser realizada de forma mecânica (Melo *et al.*, 2017). A cultivar BRS FC402 destaca-se por suas características de qualidade de grãos, apresentando alto valor nutricional, uniformidade de coloração e tamanho dos grãos. Além disso, o tempo médio de cocção da BRS FC402 é de 32 minutos (Melo *et al.*, 2017).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO

Os experimentos foram realizados na Área Experimental Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina, localizada em Curitibanos-SC, nas safras 2022/2023 e safra 2023/2024. A área encontra-se a uma elevação média de 1000 metros, com coordenadas geográficas de 27°16'25" de latitude e 50°30'11" de longitude.

Figura 1- Local do experimento na Área Experimental Agropecuária do campus UFSC em Curitibanos-SC. Em vermelho área do experimento.

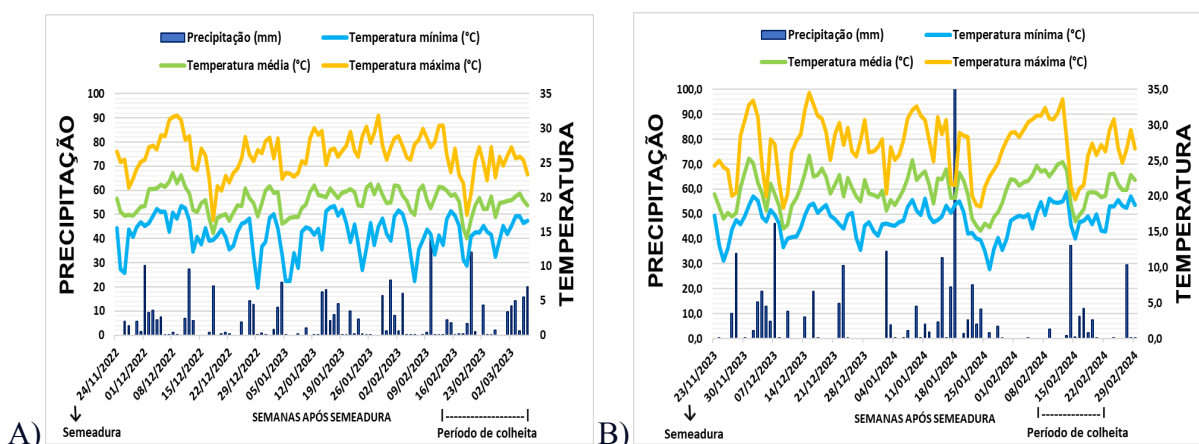


Fonte: Google Earth (2024).

Conforme a classificação de Koppen, a zona se insere no clima do tipo Cfb temperado, caracterizado por um regime mesotérmico úmido e verões amenos. As temperaturas médias anuais oscilam entre 16°C e 17°C, enquanto a média anual de precipitação situa-se entre 1500 e 1700 mm, de acordo com dados da EPAGRI (2022). Em relação ao solo predominante na região, este é categorizado como Cambissolo Háplico, segundo as definições da EMBRAPA (2006).

Ao decorrer do experimento foram coletados dados da estação INMET durante a safra das águas para as safras de 2022/2023 e 2023/2024, os dados foram de precipitação, temperatura mínima, temperatura média e temperatura máxima, apresentados na Figura 2 sendo o acúmulo de precipitação total de 551,6 mm e 621 mm, temperatura média de 19.5°C e 20.9 °C respectivamente.

Figura 2- Precipitação (mm), temperatura mínima (°C), temperatura média (°C) e temperatura máxima (°C) referente a safra 2022/2023 (A) e safra 2023/2024 (B)



Fontes: EPAGRI/CIRAM (2023), INMET (2024).

3.2 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O estudo foi realizado em duas safras, entre os dias 24 de novembro de 2023 a 29 fevereiro de 2024, coincidindo com a estação das chuvas. O experimento seguiu um delineamento experimental de blocos completos casualizados (Figura 3), composto por quatro repetições e cinco cultivares de feijão (BRS FP403, BRS ESTEIO, BRS FS311, BRSMG REALCE e BRS FC402) fornecidas pela Embrapa Arroz e Feijão para a utilização na safra 2022/2023. Já para a safra 2023/2024, foram utilizadas as sementes da safra anterior. A descrição das características das cultivares estão na Tabela 1.

Figura 3- Delineamento experimental nas safras 2022/2023 e 2023/2024 na área experimental da UFSC, Curitibanos-SC.

	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4
	T1	T3	T5	T4
	T2	T4	T2	T2
	T3	T2	T1	T3
	T4	T5	T4	T1
	T5	T1	T3	T5

BRS FP403 - PRETO T1
BRS ESTEIO - PRETO T2
BRS FS311 - RAJADO T3
BRSMG REALCE - RAJADO T4
BRS FC402 - CARIOCA T5

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Tabela 1- Características dos genótipos de feijão utilizados nas safras 2022/2023 e 2023/2024 na área experimental da UFSC, Curitibanos-SC.

Cultivar	Ciclo	Arquitetura	Resistência	Cor da flor	Hábito de crescimento
FP403 (Feijão preto)	85- 95 dias	Ereta	Murcha Fusarium podridões radiculares	Roxa	Indeterminado (tipo II)
BRS ESTEIO (Feijão preto)	85- 94 dias	Ereta	Antracnose e Ferrugem	Roxa	Indeterminado (tipo II)
BRS FS311 (Feijão rajado)	75-84 dias semiprecoce	Ereta	Moderada murcha e Fusarium	Branca	Determinado (tipo I)
BRSMG REALCE (Feijão rajado)	67 dias Precoce	Ereta	Oídio, ferrugem e mancha angular	Branca	Determinado (tipo I)
FC402 (Feijão carioca)	85-94 dias	Semi Ereta	Antracnose Murcha-de- Fusário	Branca	Indeterminado (tipo II)

Dados: EMBRAPA.

Nas duas safras de cultivo, cada unidade experimental consistiu em três fileiras de semeadura, dispostas com um espaçamento de 0,45 metros entre elas e uma extensão de 3 metros. Foram colocadas 2 sementes por cova, garantindo a presença do número desejado de plantas. Posteriormente, foi realizado um desbaste quando as plantas atingiram uma altura de 10 a 15 cm ou após o desenvolvimento de 3 folhas verdadeiras. A área total do experimento abrangeu 86,62 m², com as dimensões de 17,5 metros de comprimento por 4,95 metros de largura. Para análise posterior dos dados, foram selecionadas aleatoriamente apenas 10 plantas da fileira central, extraídas dentre as 30 plantas disponíveis.

As linhas de plantio foram abertas mecanicamente na área designada. A semeadura foi feita manualmente, utilizando o sistema de semeadura direta. Durante a abertura das linhas, foi conduzida uma adubação de base com NPK, ajustada de acordo com a análise do solo, sendo a descrição do manejo na safra anterior (2022/2023) de acordo com (Beilner, 2023) com a semeadura do experimento no dia 24 de novembro de 2023. Na safra 2023/2024 a

formulação de NPK na base durante o plantio foi de 00-18-18 (54 kg de P_2O_5 / 54 kg de K_2O ha^{-1}) + Ureia (45 kg ha^{-1}), na proporção de 0,946 kg de N e 0,086 kg de KCl para os 86,62 m^2 . Aos 25 dias após emergência, foi utilizado 0,46 kg de nitrogênio (50/ kg ha^{-1}), 0,052 kg de potássio (K_2O 10/ kg ha^{-1}). Foram realizadas no dia 26/01/2024 a aplicação do fungicida Fox Xpro e dos herbicidas Flex e Select (450 ml ha). rever medidas

A colheita foi executada manualmente no estágio de maturação fisiológica de acordo com o ciclo de cada cultivar de feijão, iniciando na safra 2022/2023 no dia 23/02/2023 até o dia 02/03/2023. Já a segunda safra 2023/2024, iniciou-se no dia 15/02/2024 e finalizando dia 29/02/2024. Após a colheita, as plantas foram transferidas para uma casa de vegetação, onde atingiram a umidade apropriada. A medição da umidade foi realizada quando os grãos atingissem a umidade de aproximadamente 13-15%, por meio de um medidor portátil de umidade de grãos da marca AGROLOGIC, modelo AL-101. Com os grãos atingindo a umidade desejada, as vagens foram debulhadas e os grãos foram separados das vagens para fazer avaliações de massa de cem grãos e produtividade de grãos descritas posteriormente.

3.3 AVALIAÇÕES

Ao longo do ciclo de crescimento, as cultivares de feijão foram avaliadas com base nas seguintes características:

- Altura das Plantas (cm):

A medição foi realizada durante o estágio fenológico de florescimento, entre os estádios R6 e R7, e, selecionadas cinco plantas da linha central por parcela. Foram medidas da base do feijão, próxima à superfície do solo, até a última folha trifoliada formada. Instrumentos utilizados: trena métrica graduada e régua de 50 cm.

- Altura de Inserção da Primeira Vagem (AIV) (cm):

A medição foi realizada em cinco plantas selecionadas aleatoriamente na linha central e realizada a partir da base das plantas até a inserção da primeira vagem.

- Número de Vagens (NV):

Foram selecionadas dez plantas aleatoriamente da linha central de cada parcela e realizada a contagem das vagens presentes nas plantas selecionadas.

- Número de Grãos por Vagem (NGV):

Foram selecionadas dez plantas aleatoriamente na linha central de cada parcela e foram separadas dez vagens para realizar a debulha e contar os grãos presentes.

- Massa de Cem Grãos (MCG):

Dez plantas foram selecionadas aleatoriamente da linha central de cada parcela e foi feita a contagem e pesagem de cem grãos, após a separação.

- **Produtividade de Grãos (PG):**

No estádio R9, todas as amostras das vinte parcelas foram colhidas e pesadas. O peso total obtido foi posteriormente convertido para kg ha^{-1} .

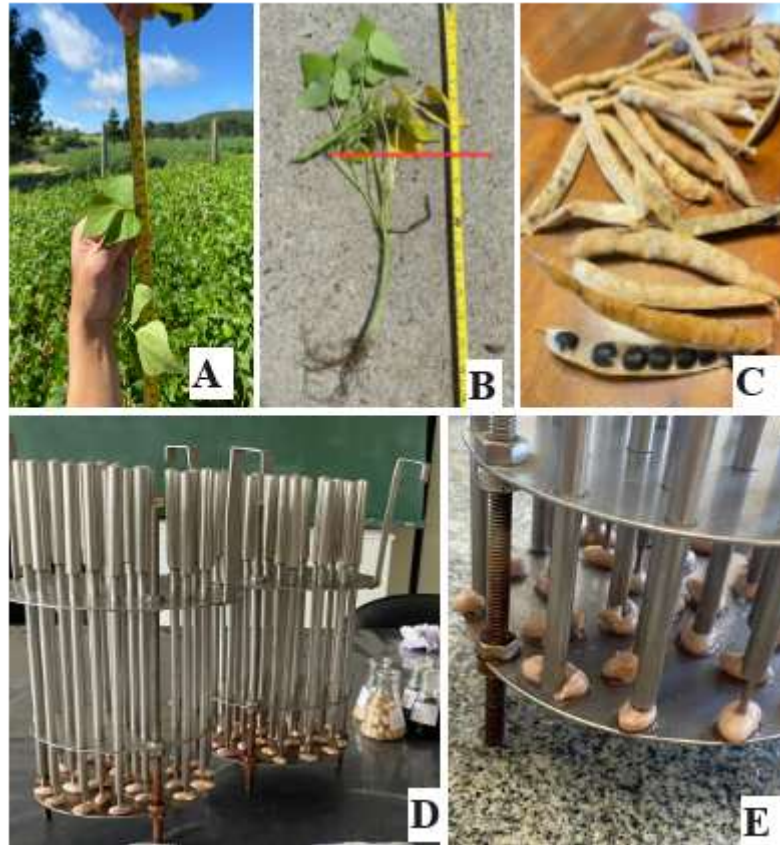
- **Ciclo:**

Período de dias que se estende desde a semeadura até o momento da colheita.

- **Tempo de Cocção dos Grãos (CG)**

Os grãos foram secos em estufa até atingirem 13% de umidade. Esta avaliação foi realizada na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) Campus Lages-SC, no Instituto de Melhoramento e Genética Molecular (IMEGEM). Na avaliação de cozimento foi utilizado o aparelho cozedor de Mattson, composto por 25 hastes verticais de 90 g cada e ponta de 2 mm de diâmetro, conforme o método adaptado por Proctor e Watts (1987). As hastes permanecem apoiadas nos grãos de feijão durante o cozimento sob água destilada fervente. O tempo de cozimento em minutos foi obtido quando 13 unidades de hastes perfuraram os grãos.

Figura 4- Características avaliadas no experimento: A) Altura de planta. B) Altura Inserção de Primeira Vagem. C) Número de Vagem e Número de grãos. D-E) Tempo de Cocção no equipamento Cozedor de Mattson.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram utilizados dados de ambas as safras (2022/23 e 2023/24), assim os resultados de todas as características, com exceção do tempo de cocção que foi obtido somente na safra 2023/2024, segue o modelo estatístico: A análise de variância foi realizada por safra/ano com base no seguinte modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + B_j + G_i + e_{ijk}$; em que: Y_{ijk} = efeito do i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco; μ = constante geral; B_j = efeito do j-ésimo bloco; G_i = efeito fixo da i-ésimo genótipo ($i = 1, 2, \dots, 5$); e_{ijk} = efeito do erro experimental aleatório associado à observação Y_{ijk} , considerando $e_{ijk} \sim \text{NID}(0, \alpha^2)$. Posteriormente foi verificada a homogeneidade das variâncias residuais (QMRs), por meio da razão entre o maior e o menor QMR, que deve ser menor que sete para a realização de análise conjunta (Gomes; Garcia, 2002).

Quando essa relação foi menor que o número sete, realizou-se a análise de variância conjunta, considerando o delineamento de blocos casualizados, com base no seguinte modelo

estatístico: $Y_{ijk} = \mu + B/A_{jk} + G_i + A_j + GA_{ij} + e_{ijk}$; em que: Y_{ijk} = efeito do i -ésimo genótipo no j -ésimo ano e no k -ésimo bloco; μ = constante geral; B/A_{jk} = efeito do k -ésimo bloco dentro do j -ésimo ano; G_i = efeito fixo da i -ésimo genótipo ($i = 1, 2, \dots, 5$); A_j = efeito fixo do j -ésimo ano ($j = 1, 2$); GA_{ij} = efeito da interação da i -ésimo genótipo com j -ésimo ano; e_{ijk} = efeito do erro.

Detectadas diferenças significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$) entre os anos, genótipos de feijão e a interação genótipo x ano nas características avaliadas, uma descrição qualitativa desta última foi realizada. Além disso, os efeitos entre fatores qualitativos (genótipo e interação) foi estudada por meio do teste de Duncan a um nível de significância de 5%. Já para o efeito de ano, o teste F foi suficientemente conclusivo.

Para a característica tempo de cocção foi realizada somente a análise de variância descrita anteriormente por uma safra, e, quando detectada diferença significativa entre os genótipos de feijão foi aplicado o teste de Duncan, a fim de distinguir os tratamentos com mais facilidade, destacando resultados significativos em casos em que o teste de Tukey não mostrou significância estatística. O software GENES (Cruz, 2016) foi empregado para realizar todas essas análises estatísticas.

Foi obtida a correlação fenotípica (r_F) para cada safra, sendo que esta é estimada pela combinação de todos os caracteres avaliados de dois a dois. Foram utilizados dados da análise de variância, conforme as seguintes expressões: $r_F = \frac{COV(X,Y)}{\sqrt{\sigma_{FX}^2 \cdot \sigma_{FY}^2}}$ em que: $COV_{F(X,Y)}$ correspondem às estimativas da covariância fenotípica entre as características x e y ; σ_{FX}^2 correspondem às estimativas das variações fenotípicas da característica x ; e σ_{FY}^2 correspondem às variações fenotípicas da característica y . O teste estatístico usado para significância da correlação fenotípica foi feito pelo teste t , sendo um teste de hipótese úteis na estatística quando é necessário comparar médias. (Cruz *et al.*, 2012).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de variância nas duas safras de cultivo do feijão

Os dados da maioria das características foram analisados em conjunto para ambos os anos devido a relação entre o maior e o menor quadrado médio residual ter sido menor do que sete (Gomes; Garcia, 2002), isso se baseia na premissa de que a variabilidade entre os anos é similar, permitindo tratar os dados como uma única população homogênea, com exceção das características altura de inserção da primeira vagem, que teve valor de 8,1, sendo então analisados os genótipos por ano (Tabela 2).

Tabela 2- Resumo da análise de variância conjunta para os efeitos de genótipo, ano e interação), revelando os valores de grau de liberdade (GL) e quadrados médios (QM) de oito características em diferentes genótipos de feijão nas safras 2022/2023 e 2023/2024. Curitibaanos-SC.

FV	GL	¹ QM							
		AP	AIV	Ciclo	NV	NGV	MCG	PG	TC
Genótipo (G)	4	5498,0**	8,6 ^{ns}	647,7 ^{ns}	246,77**	32,3 ^{ns}	237,5 ^{ns}	803236 ^{ns}	250,1**
Ano (A)	1	616,7 ^{ns}	20,8 ^{ns}	319,3 ^{ns}	2122,12**	56,4 ^{ns}	481,1 ^{ns}	16490556,3**	-
G x A	4	2939,2**	106,2 ^{ns}	416,9 ^{ns}	20,21 ^{ns}	17,9 ^{ns}	378,3 ^{ns}	220025,6 ^{ns}	-
Resíduo	24	206,7	67,6	548,2	50,52	20,1	160,8	300626,9	34,6
Média	-	71,2	23,3	88,67	12,05	3,10	23,5	1253,6	38,9
DP		14,31	8,22	23,40	7,11	4,48	12,67	547,38	5,87
²CV		20,1	35,3	26,40	58,95	144,65	53,9	43,7	15,1
³QMR>/QMR	-	3,8	8,1	1,12	1,25	2,82	5,0	3,4	-

¹/Altura de plantas (AP, cm), altura de inserção da primeira vagem (AIV, cm), ciclo (dias), número de vagens (NV), número de grãos por vagens (NGV), massa de cem grãos (MCG, g), produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹) e tempo de cocção (TC, min), em diferentes cultivares de feijão safra 2023 e 2024. Curitibaanos, SC.

.ns, **, * não significativo, significativo com p≤0,01 e significativo com p≤0,05, respectivamente, pelo teste F.

²/ C.V= coeficiente de variação (%).

³/QMR>/QMR≤ teste de homogeneidade das variâncias de acordo com Gomes & Garcia (2002).

Somente na característica altura de planta foi observada interação significativa entre os genótipos (G) e os anos (A) (Tabela 2). Isso indica que os genótipos de feijão apresentam comportamentos distintos em relação aos anos de cultivo, ou seja, as condições climáticas em um ano podem ter afetado o ranqueamento dos genótipos em relação ao outro ano. Considerando os efeitos isolados das fontes de variação, os genótipos diferem significativamente entre si para a altura de plantas (AP), número de vagens (NV) e tempo de cocção (TC) (Tabela 2). Essas diferenças eram esperadas, uma vez que os genótipos de feijão possuem variabilidade genética substancial, o que permite a seleção de genótipos superiores com características desejáveis. Além disso, a variabilidade genética entre os genótipos é essencial para o progresso no melhoramento genético das plantas. E, quando o objetivo é selecionar genótipos superiores, essa variabilidade genética é imprescindível, de forma que

seja possível obter êxito e progressos com a seleção (Ramalho *et al.*, 2012), especialmente quando objetiva-se realizar recombinações.

Para a fonte de variação ano, somente as características número de vagens e produtividade de grãos obtiveram significância (Tabela 2), demonstrando que ocorreram diferenças entre os anos e que as condições climáticas podem alterar estas características. Esta afirmação já foi comprovada por Pereira *et al.* (2016) para a característica produtividade de grãos no feijão, sendo um caráter poligênico e sofre forte influência do ambiente na expressão do fenótipo. Porém, no presente estudo, a produtividade de grãos não variou estatisticamente entre os genótipos, o que demonstra uma estabilidade produtiva e a variação está mais relacionada às condições específicas de cada ano, independentemente do genótipo utilizado.

As demais características, ciclo, número de grãos por vagens e massa de cem grãos não tiveram diferenças, obtendo médias de 88 dias, 3,10 g e 23,5 g respectivamente (Tabela 2).

O cálculo do desvio padrão neste trabalho é essencial para fornecer uma compreensão detalhada da variabilidade das características dos genótipos de feijão estudados. Essa análise permite avaliar a consistência e a estabilidade dos genótipos, informar decisões agrônomicas e de melhoramento genético, e validar a significância estatística dos resultados obtidos. Foi utilizado o desvio padrão para as médias.

A altura das plantas (AP) o desvio padrão variou em média 14,37 cm em relação à média de 71,2 cm, mostrando moderada variabilidade. A altura de inserção da primeira vagem (AIV) variou em média 8,22 cm em relação à média de 23,3 cm, indicando maior variabilidade relativa. O ciclo total da cultura (Ciclo) variou em média 23,40 dias em relação à média de 88,67 dias, sugerindo significativa variação entre os genótipos.

O número de vagens por planta (NV) variou em média 7,11 vagens em relação à média de 12,05 vagens, mostrando alta variabilidade. O número de grãos por vagem (NGV) variou em média 4,48 grãos em relação à média de 3,10 grãos, indicando alta variabilidade. A massa de cem grãos (MCG) variou em média 12,67 g em relação à média de 23,5 g, mostrando alta variabilidade. A produtividade de grãos (PG) variou em média 547,38 kg/ha em relação à média de 1253,6 kg/ha, indicando moderada variabilidade. O tempo de cocção (TC) variou em média 5,88 minutos em relação à média de 38,9 minutos, sugerindo moderada variabilidade. O desvio padrão ajudou a entender a dispersão dos dados, avaliando a consistência e estabilidade das características dos genótipos de feijão.

Os coeficientes de variação (CV) foram calculados para avaliar a variabilidade relativa em relação à média para diversas características do feijoeiro comum (Tabela 2). O CV é uma

medida estatística fundamental para compreender a consistência e a dispersão dos dados experimentais (Fonseca *et al.*, 2018).

Conforme mencionado por Gomes (2000), os coeficientes de variação experimental destacam a influência do ambiente nas avaliações, sendo que valores inferiores a 20% indicam uma boa precisão experimental. No entanto, a maioria das características apresentou valores acima desse limiar, o que sugere alta variabilidade e dispersão dos dados. Esse resultado era esperado, pois houve um alto volume de chuvas durante a época de floração em diferentes anos, resultando no aborto de flores e variação nas características avaliadas (Vieira *et al.*, 2006).

Comparação de médias entre os genótipos de feijão e safras de cultivo

Para a altura de plantas, foi possível observar diferenças entre os genótipos e entre os anos de cultivo (Tabela 3). Um mesmo genótipo pode levar a respostas distintas quando exposto a diferentes ambientes, incluindo condições do solo, clima, práticas culturais e outras variáveis que afetam o desenvolvimento das plantas (Carvalho, 2002).

Tabela 3- Médias da altura de planta (AP) e altura de inserção da primeira vagem (AIV) em diferentes genótipos de feijão nas safras 2022/2023 e 2023/2024. Curitiba-SC.

Genótipos	AP (cm)		AIV (cm)	
	2022/2023	2023/2024	2022/2023	2023/2024
FC402	92,27 Ba	133,97 Aa	21,9 a	23,55 ab
FP403	52,35 Bb	108,17 Ab	26,1 a	27,32 a
FC FS311	64,57 Ab	35,05 Bc	28,3 a	21,62 b
Esteio	63,40 Ab	53,87 Ac	25,7 a	20,17 b
Realce	63,66 Ab	44,45 Ac	27,1 a	20,3 b

¹Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste F entre os anos. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si pelos teste Duncan (5%) entre os genótipos.

Nos dois anos de safra verificou-se que o genótipo FC402 (Carioca) foi o mais alto em relação aos demais genótipos, com média de 113,13 cm. Os genótipos mais baixos em ambas safras foram FC FS311, Esteio e Realce.

Essa característica pode ser atribuída à estrutura da planta, que exibe um porte semiereto e um hábito de crescimento indeterminado do tipo II, além de mostrar resistência moderada ao acamamento, o que facilita a colheita mecanizada. Embora as cultivares FP403 e Esteio também apresentem um hábito de crescimento indeterminado do tipo II, elas alcançam alturas menores em comparação com a FC402, colocando-as no mesmo grupo que FS311 e

Realce. As cultivares FS311 e Realce, por sua vez, exibem um hábito de crescimento determinado e porte ereto. Esse tipo de crescimento se caracteriza por uma estatura menor e maturação mais uniforme durante a colheita, se comparado aos outros tipos, porém nas duas safras elas não diferiram com a cultivar Esteio.

De acordo com Lopes *et al.*, (2021), em um estudo realizado em Rondônia durante a estação chuvosa, o genótipo FC402 apresentou uma altura de planta de 59,67 cm, uma medida inferior quando comparada às safras 2022/2023 e 2023/2024 em nossa região. Os autores atribuem essa baixa estatura à incidência de doenças devido ao excesso de umidade.

A característica altura de inserção da primeira vagem foi avaliada por ano, devido a não ser possível analisá-la conjuntamente por causa de diferenças significativas na variabilidade dos dados entre os anos (Tabela 3). Na safra de 2022/2023, os genótipos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, obtendo a média de 25,2 cm para a safra 2022/2023 (Tabela 3). Essas diferenças na variabilidade dos dados entre os anos podem ser atribuídas a fatores ambientais distintos, como variações nas condições climáticas, que afetaram de maneira diferente o crescimento das plantas e a inserção da primeira vagem.

Por outro lado, na safra de 2023/2024, foi possível obter diferenças significativas entre os genótipos. O genótipo FP403 (27,32 cm) apresentou uma altura de inserção da primeira vagem maior em relação aos genótipos FC 311 (21,62 cm), Esteio (20,17 cm) e Realce (20,3 cm).

A altura de inserção da primeira vagem é crucial para a cultura do feijão, pois uma boa altura facilita os tratos culturais e é fundamental para reduzir as perdas durante a colheita mecanizada. Isso ocorre porque uma altura adequada evita o contato direto das vagens com o solo, promovendo um melhor estado fitossanitário das sementes, sendo assim ambos os materiais são bons para o processo de colheita mecanizada (Salgado *et al.*, 2012).

O número de vagens teve diferença entre os genótipos e entre os anos (Tabela 4). O genótipo que teve maior número de vagens foi o FC402 (19,68) diferindo dos FP403 (9,22), FCFS311 (9,10) e Realce (6,30). A safra de 2022/2023 foi a que apresentou maior número de vagens por planta com 19,34, do que a safra de 2023/2024 (4,77).

Tabela 4- Médias do número de vagens (NV) e produtividade de grãos (PG) em diferentes genótipos de feijão nas safras 2022/2023 e 2023/2024. Curitiba-SC.

Genótipos	NV	PG (Kg ha⁻¹)
FC402	19,68 a	1766,63 a
Esteio	15,97 ab	1228,31 a
FP403	9,22 bc	1083,91 a
FC FS311	9,1 bc	1265,4 a
Realce	6,3 c	923,68 a
Ano		
2022/2023	19,34 a	1859,66 a
2023/2024	4,77 b	611,51 b

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si pelos teste Duncan (5%) entre os genótipos, e pelo teste F (5%) entre os anos.

Para a produtividade de grãos o ano de cultivo foi diferente, sendo que a safra 2022/2023 foi bem maior que a safra 2023/2024 com 1859 e 611,51 kg ha⁻¹ respectivamente. Isso pode ser devido a precipitação pluviométrica, pois é um fator determinante para o crescimento do feijoeiro. Estudos indicaram que a cultura demanda entre 300 a 600 mm de água ao longo de seu desenvolvimento, com um consumo médio diário de 3 a 4 mm. Segundo Dourado-Neto & Fancelli, (2000) mencionam a necessidade de uma disponibilidade mensal de água em torno de 100 mm.

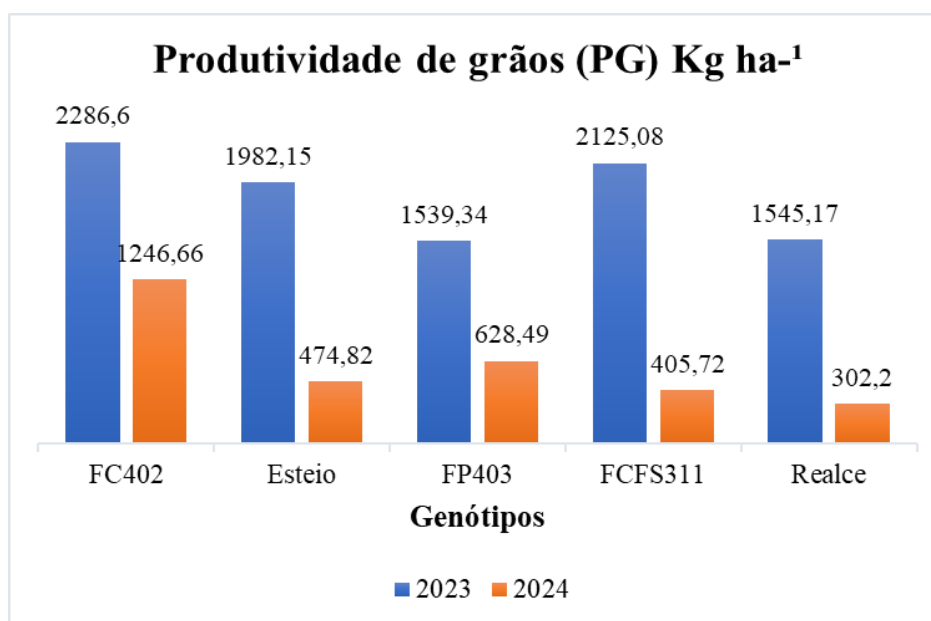
O excesso de chuva durante o período de floração e formação de frutos foi identificado como um dos possíveis fatores responsáveis pela baixa produção na safra 2023/2024. Dados de precipitação do INMET 2024 revelaram para a safra 2023/2024 um acúmulo de 309,8 mm de chuva apenas no mês de janeiro, já na safra 2022/2023 o acúmulo para a mesma época de floração e formação de frutos foi de 141,4 mm (INMET, 2024). Conforme Silva (1982), tais condições podem ocasionar uma redução significativa na produção, variando de 48 a 68%. Quando essa situação ocorre durante a maturação da planta, o ciclo da cultura pode ser prolongado, atrasando a época da colheita e reduzindo a quantidade de grãos disponíveis para venda e/ou produção de sementes.

Além disso, o acúmulo excessivo de água no solo foi apontado como outro fator prejudicial à cultura do feijão. Pereira *et al.* (2016) destacaram que essa condição pode comprometer a germinação, o desenvolvimento e o estabelecimento do sistema radicular do feijoeiro, resultando em danos às plantas. Isso pode ser consequência da drenagem inadequada do solo ou do uso excessivo de irrigação, o que diminui a disponibilidade de oxigênio para as

plantas e favorece a proliferação de patógenos que atacam as raízes, reduzindo a sobrevivência das plantas.

Apesar que os genótipos não variarem, foi realizado um gráfico mostrando as médias para cada ano (Figura 5). A safra 2022/2023 teve uma média na produtividade de grãos em kg ha^{-1} com os seguintes resultados: a cultivar FC402 teve uma diminuição, passando de 2286,6 kg ha^{-1} para 1246,66 kg ha^{-1} , uma variação de 1040,94 kg ha^{-1} . Em contraste, a cultivar Esteio diminuiu de 1982,15 kg ha^{-1} para 474,82 kg ha^{-1} , uma redução de 1507,67 kg ha^{-1} . Por outro lado, a cultivar FP403 aumentou de 1958,87 kg ha^{-1} para 913,77 kg ha^{-1} , ganhando 1045,9 kg ha^{-1} . A cultivar FCFS311 teve uma diminuição de 2125,08 kg ha^{-1} para 755 kg ha^{-1} enquanto a cultivar Realce aumentou de 154,17 kg ha^{-1} para 405,72 kg ha^{-1} .

Figura 5- Médias dos genótipos de feijão quanto a produtividade de grãos (PG) de genótipos de feijão nas safras 2022/2023 e 2023/2024. Curitiba-SC.



Fonte: Elaborado pelo autor

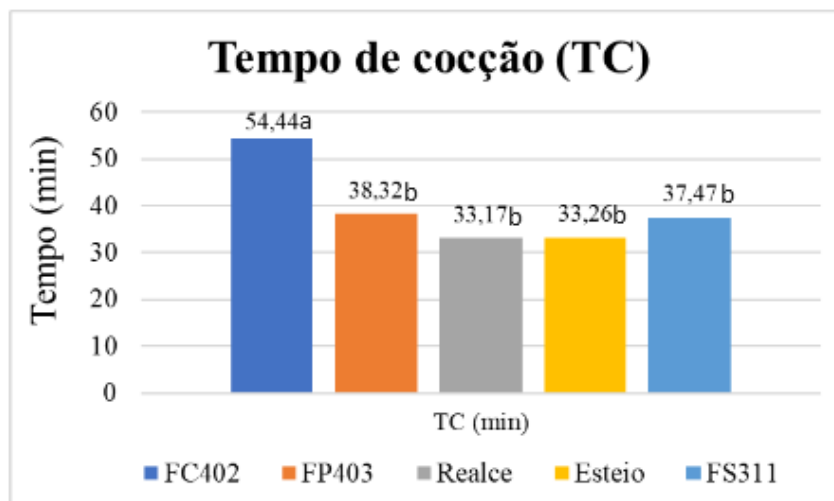
A análise da produção de feijão na safra 2022/2023 e 2023/2024, baseada nos dados fornecidos pela Conab 2023 e 2024, revelou uma média total de produção de 1003 kg ha^{-1} em todo o Brasil, enquanto em Santa Catarina essa média foi de 1505 kg ha^{-1} . No contexto deste estudo, observou-se na safra 2023/2024 que a cultivar FC402 (1245,66 kg ha^{-1}) apresentou uma produção acima da média nacional, porém abaixo da média estadual de Santa Catarina. Em contrapartida, o genótipo FP403 manteve-se próximo à média nacional, enquanto os

genótipos Realce, Esteio e FCFS311 apresentaram produções abaixo das médias de ambos os níveis, estadual e nacional.

Conforme Lopes *et al.* (2021), em um estudo conduzido em Rondônia durante a safra das águas, avaliando a produtividade de grãos de cinco genótipos (Nuance, Pérola, BRS FC104, IPR C. Gerais e BRS FC402), a cultivar Nuance destacou-se com a maior produtividade de grãos, atingindo 369,78 kg ha⁻¹ em comparação com as outras cultivares. Por outro lado, a cultivar FC402 registrou a menor produtividade, alcançando apenas 176,49 kg ha⁻¹. Os autores atribuíram essa baixa produtividade ao excesso de precipitação ao longo do ciclo, que propiciou o surgimento de doenças nos genótipos, resultando em redução da produção.

Com relação ao caráter tempo de cocção (TC), os genótipos de feijão mostraram diferenças significativas (Figura 6). O genótipo FC402 apresentou o maior tempo de cocção, com uma média de 54,44 min, diferindo dos demais genótipos. Por outro lado, os genótipos FP403, Realce, Esteio e FS311 apresentaram tempos de cocção menores, não diferindo entre si, variando entre 33,17 e 38,32 min, com uma média de 35,54 min.

Figura 6- Médias dos genótipos de feijão quanto o tempo de cocção (TC) de genótipos de feijão na safra 2023/2024. Curitiba-SC.



Fonte: Elaborado pelo autor

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Ducan (5%).

Aguiar *et al.* (2022) conduziram um estudo realizado pela EMBRAPA nos anos de 2013 a 2017, na safra das águas em Santa Catarina e Paraná, e investigaram o tempo de cocção das cultivares BRS FS311 (39,2 min) e BRSMG Realce (44,9 min) sendo superior ao presente estudo. Em outro estudo, Souza *et al.* (2019), também realizado pela EMBRAPA em

2011 e 2012, observaram que o tempo médio de cocção da cultivar BRS FP403 (32,5 min), BRS Esteio (32 min), tendo no presente estudo valores mais altos e semelhante respectivamente.

Já em 2016 e 2017, a EMBRAPA conduziu um estudo nas regiões de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul nas épocas das águas e da seca, o tempo de cocção do genótipo FC402 foi 32 minutos, sendo um valor abaixo do obtido neste trabalho (Melo, *et al.*, 2023). Tais diferenças entre os trabalhos da literatura e do presente pode ser em razão de fatores de grau de maturidade do grão que alteram o tegumento do grão e com isso a hidratação do mesmo (Queiroga, *et al.*, 2003).

Esses resultados ressaltam a variabilidade nas características culinárias dos genótipos de feijão, sendo o genótipo FC402 aquele que demanda um tempo de cocção mais longo em comparação com os demais genótipos avaliados. Essas informações são úteis para direcionar o uso e a aplicação dos diferentes genótipos de feijão em diferentes contextos culinários e industriais. As cultivares que possuem grãos com menor tempo de cozimento oferecem vantagens em economia de energia e tempo. Além disso, características como sabor, consistência e cor do caldo do feijão cozido são importantes fatores que influenciam a aceitação das novas cultivares pelo consumidor (Bassinello, 2023).

Correlações Fenotípicas

As análises de correlações fenotípicas foram feitas por safra, já que a produtividade de grãos teve diferença entre os anos e também para verificar se o tempo de cocção (que foi feito somente na safra 2023/2024) tem alguma correlação com outra característica.

As correlações fenotípicas são úteis como critério de seleção indireta, permitindo a escolha visual de plantas superiores de acordo com o desempenho das plantas na região de cultivo, sendo influenciada pelo genótipo e pelo ambiente específico de cultivo (Andrade *et al.*, 2020; Santos *et al.* 2022). Essas correlações são fundamentais para compreender as relações entre as características avaliadas nos genótipos de feijão nas condições semelhantes em cada ano.

Na safra 2022/2023 algumas características tiveram correlações fenotípicas significativas (Tabela 5).

Tabela 5- Estimativas das correlações fenotípicas entre as características avaliadas em cinco genótipos de feijão na safra de 2022/2023. Curitiba-SC.

Características⁽¹⁾	AIV	Ciclo	NV	NGV	MCG	PG
AP	-0,90*	0,51 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,42 ^{ns}	-0,46 ^{ns}	0,64 ^{ns}
AIV		-0,67 ^{ns}	-0,75 ^{ns}	-0,61 ^{ns}	-0,70 ^{ns}	-0,52 ^{ns}
Ciclo			0,98*	0,83 ^{ns}	-0,87 ^{ns}	0,73 ^{ns}
NV				0,80 ^{ns}	-0,87 ^{ns}	0,72 ^{ns}
NGV					-0,98*	0,34 ^{ns}
MCG						-0,37 ^{ns}

^{1/}Altura de plantas (AP, cm), altura de inserção da primeira vagem (AIV), ciclo, número de vagens (NV), número de grãos por vagens (NGV), massa de cem grãos (MCG), produtividade de grãos (PG), em diferentes cultivares de feijão safra 2022/2023. Curitiba, SC.

^{ns, **, *} = não significativo, significativo $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente pelo teste t.

Foi observada correlação negativa significativa entre a Altura de Plantas (AP) e a Altura de Inserção da Primeira Vagem (AIV) (-0,9) (Tabela 5). Isso infere que se selecionar as plantas mais altas elas possuem indiretamente a altura de inserção da primeira vagem menor, ou o inverso, selecionar plantas mais baixas tendem a ter maiores altura de inserção da primeira vagem. Para a colheita mecanizada, é preferível que a altura de inserção da primeira vagem seja mais alta, pois isso facilita a operação das máquinas colheitadeiras. Plantas com AIV baixa podem resultar em uma posição muito próxima ao solo durante a colheita, aumentando o risco de danos às vagens e ao sistema de colheita (Balbinot, 2021). Compreender essa relação entre AP e AIV permite aos agricultores ajustar a regulagem das máquinas colheitadeiras de acordo com as características das plantas. Selecionar genótipos que favoreçam uma AIV mais alta para minimizar danos durante a colheita e garantir uma operação eficiente das máquinas.

Por outro lado, a NV mostrou correlação positiva significativa para a característica ciclo (0,98) (Tabela 5). Ou seja, selecionar plantas que tenham maiores números de vagens tendem a ter ciclos mais longos. Apesar de não terem diferenças entre os genótipos estatisticamente quanto ao ciclo, os genótipos Realce, FS311, FP403, FC402 e Esteio foram

colhidos antes em ambas as safras. O crescimento indeterminado geralmente está associado a um ciclo de vida mais longo. Isso significa que as plantas têm mais tempo para desenvolver e produzir um maior número de vagens ao longo do ciclo de crescimento. Plantas com crescimento indeterminado tendem a continuar produzindo novas vagens ao longo da estação de crescimento, o que pode resultar em um maior número total de vagens por planta e, conseqüentemente, uma maior produtividade de grãos (Fageria, 2014).

O NGV mostrou uma correlação negativa significativa (-0,98) com a (MCG), sugerindo que genótipos com mais grãos por vagem tendem a ter uma massa de cem grãos menor. Segundo Balbinot Junior *et al.*, (2015) esse efeito pode ser explicado devido à competição por recursos entre os grãos dentro da vagem durante o desenvolvimento. Quando há mais grãos por vagem, cada grão individual pode receber menos nutrientes e recursos, resultando em uma massa média menor por grão. Por outro lado, em genótipos com menos grãos por vagem, cada grão pode receber uma alocação maior de nutrientes e, conseqüentemente, apresentar uma massa média maior por grão.

Já na safra 2023/2024 as correlações fenotípicas entre as características teve algumas diferenças (Tabela 6).

Tabela 6- Estimativas das correlações fenotípicas entre as características avaliadas em cinco genótipos de feijão na safra de 2023/2024. Curitiba-SC.

Características ⁽¹⁾	AIV	Ciclo	NV	NGV	MCG	PG	TC
AP	0,72 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,90*	0,70 ^{ns}	-0,55 ^{ns}	0,91*	0,82 ^{ns}
AIV		-0,01 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,26 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,40 ^{ns}
Ciclo			0,77 ^{ns}	0,34 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,80 ^{ns}
NV				0,79 ^{ns}	-0,65 ^{ns}	0,95**	0,77 ^{ns}
NGV					-0,97*	0,61 ^{ns}	0,39 ^{ns}
MCG						-0,42 ^{ns}	-0,24 ^{ns}
PG							0,79 ^{ns}

^{1/}Altura de plantas (AP, cm), altura de inserção da primeira vagem (AIV), ciclo, número de vagens (NV), número de grãos por vagens (NGV), massa de cem grãos (MCG), produtividade de grãos (PG) e tempo de cocção (TC), em diferentes cultivares de feijão safra 2023/2024. Curitiba, SC.

^{ns, **, *} = não significativo, significativo $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente pelo teste t.

Na safra 2023/2024 a característica AP teve correlação positiva significativa entre NV (0,90) e PG (0,91) (Tabela 6), ou seja, selecionando plantas mais altas podem proporcionar

plantas com maior número de vagens e mais produtivas. O crescimento mais alto das plantas, devido ao seu tipo de crescimento indeterminado, resulta em um aumento da área foliar, o que possibilita uma maior captação de energia solar para a fotossíntese. Isso, por sua vez, pode ser aproveitado para aumentar a produtividade da planta (Reis *et al.*, 2013). Com mais vagens produzidas por área, há um consequente aumento na produtividade de grãos.

Também na safra 2023/2024 assim como na anterior, o NGV apresentou uma correlação negativa significativa com a MCG (-0,97), sugerindo que genótipos com maior número de grãos por vagem tendem a ter menor massa.

Assim, essas diferenças entre as safras nos mesmos genótipos de feijão em algumas correlações fenotípicas entre as características se deve principalmente às condições de precipitações que ocorreram na última safra, discutido anteriormente, no período de floração e formação de frutos.

5 CONCLUSÃO

Os cinco genótipos de feijão estudados nas duas safras em Curitiba-SC podem ser utilizados, já que não diferiram estatisticamente na produtividade de grãos, sendo que na safra de 2022/2023 houve a maior produtividade.

A cultivar carioca FC402 foi a que teve o maior tempo de cocção (54,44 min), sendo as demais cultivares pretos e rajadas, com menores tempos e com isso mais adequado para o consumidor.

Em ambas as safras, houve correlação negativamente significativa para massa de cem grãos e número de grãos por vagens, sendo a seleção indireta de plantas com maior massa terão menor número de grãos. Na safra 2022/2023 para uma altura de inserção da primeira vagem mais alta, considera-se selecionar genótipos com menor altura de plantas, já para plantas de um ciclo mais curto, é recomendável considerar e selecionar genótipos com menor NV. Já na safra 2023/2024, ao selecionar genótipos com maior altura de plantas, pode-se esperar um incremento no número de vagens e produtividade de grãos.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M.F. *et al.* 2022. **BRS FS311: cultivar de feijoeiro-comum de grãos rajados, com alta produtividade e qualidade comercial.** Embrapa - Santo Antônio de Goiás, GO Janeiro, 2022.
- ARNS, F.D. *et al.* 2018. **Combined selection in carioca beans for grain size, slow darkening and fast-cooking after storage times.** *Euphytica* 214: 66
- ANDRADE JÚNIOR, VC. *et al.* 2020. **Association between agronomic characters and hay quality of sweet potato branches.** *Horticultura Brasileira* 38: 27-32
- ALMEIDA, C. B. *et al.* **Existe variabilidade para o caráter tempo de cocção em feijão? Depende do erro!**. *Bioscience Journal*, 27(6), 915-923, 2011.
- ALVES, J. **Boletim Agropecuário registra alta no preço do feijão-preto e queda no valor da saca de soja e milho.** Epagri, 2024. Disponível em:
- BALBINOT JUNIOR, A. *et al.* **Semeadura cruzada em cultivares de soja com tipo de crescimento determinado.** *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 3, p. 1215-1226, 2015.
- BALBINOT, W. A. **Avaliação de cultivares de feijão no sudoeste do Paraná.** Universidade tecnologica do Paraná. Dois Vizinhos, 2021. Disponível em:
- BASSINELO, P, Z. **Cultivo do feijão - Grãos.** Embrapa arroz e feijão. 2023. Disponível em:

BERTOLDO, J. G. *et al.* **Correlação entre caracteres de produção e tempo de cocção em feijão em dois ambientes.** Revista Ciência Agronômica, v. 40, n. 01, p. 135-140, 2009a.

BEILNER, N. E. **Caracterização inicial do comportamento de cultivares de feijão em Curitiba-SC.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitiba, Centro de Ciências Rurais. 2023.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHER, R. **Melhoramento de Plantas.** 7. ed. Viçosa: UFV. 2017.

BRAGA, F. M. *et al.* Revisão: **Crescimento de plantas C3 e C4 em resposta a diferentes concentrações de CO₂.** v. 10, n. 7, e33810716701, 2021.

CARBONARI, L.T.S. *et al.* **Implications of genotype x environment interaction in the indication of common bean cultivars in Santa Catarina, Brazil.** REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS AGRARIAS, v. 16, p. 1-8, 2021.

CARBONARI, L.T.S. *et al.* **Análise multivariada aplicada na discriminação de genótipos em caracteres do tempo de cozimento em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).** Revista de Ciências Agroveterinárias, 22(3), 358-366, 2023.

CARLONI, P. R. *et al.* **Interação entre genótipos e ambientes em cultivares de feijão para concentração de ferro e zinco nos grãos.** Semina: Ciênc. Agrár. Londrina, v. 43, n. 4, p. 1787-1804, jul./ago. 2022.

CARVALHO, C. G. P. *et al.* **Adaptability and stability study of soybean lines developed for high yield in Paraná State using four methodologies.** Crop Breeding and Applied Biotechnology, Londrina, v. 2, n. 2, p. 247-256, 2002.

CHAVES, M. O. **O Feijão na Alimentação Humana.** Embrapa. 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123450/1/p15.pdf>. Acesso em: 23 de abril 2024.

CHIGWEDERE, C. M. *et al.* **Mechanistic insight into softening of Canadian wonder common beans (*Phaseolus vulgaris*) during cooking.** Food Research International, v.106, p. 522-531, 2018.

CICHY, K. A., Porch, T. G., Beaver, J. S., Cregan, P., Fourie, D., Glahn, R. P., ... McClean, P. (2015). **A diversity panel for Andean bean improvement.** *Crop Science*, 55(5), 2149–2160.

CICHY, K. A., Wiesinger, J. A., & Mendoza, F. A. (2019). **Genetic diversity and genome-wide association analysis of cooking time in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.).** *Theoretical and Applied Genetics*, 128(8), 1555–1567.

COELHO, J. D. **"Feijão: Produção e Mercados."** Caderno Setorial ETENE. Ano 6 | Nº 197. 2021.

COLUSSI, Rosana. **ELABORAÇÃO DE FEIJÃO DE COCÇÃO RÁPIDA: UM ESTUDO DAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS, FÍSICAS, QUÍMICAS, MORFOLÓGICAS E DE DIGESTIBILIDADE**. 2023. 86 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Agrárias, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Ufpel, Pelotas-Rs, 2023.

CONAB. **Companhia nacional de abastecimento**. Perspectivas para a agropecuária. Vol. 5, safra 2017/2018, Produtos de Verão. Brasília: 2017. Disponível em:https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_06_09_30_08_perspectivas_da_agropecuaria_bx.pdf. Acesso em: 21 Abril. 2024.

CONAB. **Companhia nacional de abastecimento**. Boletim da Safra de Grãos: 11º Levantamento - Safra 2022/23. Disponível em:<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 15 ago. 2023.

CONAB. **Companhia nacional de abastecimento**. Boletim da Safra de Grãos: 11º Levantamento - Safra 2023/2024. Disponível em:<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 15 abril. 2024.

CONAB. **Companhia nacional de abastecimento**. Monitoramento Agrícola, Safra 2020/2021. Acompanhamento da safra brasileira. Brasília, 2021.

COSTA, J.G.C. **Cultivo do Feijão: Morfologia** 2023. DISPONÍVEL EM: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pre-producao/morfologia>. Acesso em: 14 ago. 2023.

CRUZ, C.D. **Genes Software** – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. Acta Scientiarum. v.38, n.4, p.547-552, 2016 .

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2014. v. 1, 514 p.

DALLA CORTE, A. *et al.* **Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines**. Crop Breeding and Applied Biotechnology, Maringá, v. 3, n. 3, p. 193-202, 2003.

DESSOTTI, C. *et al.* **Comparação de médias de tratamentos em grupos de experimentos**. Revista Brasileira de Biometria. São Paulo, v. 31, p. 327-336, 2003.

DEPEC – **DEPARTAMENTO DE PESQUISAS E ESTUDOS ECONÔMICOS do BRADESCO**. Feijão. [s.l.]: Depec, jun. 2017. Disponível em:<https://conifer.org.br/feijao-o-alimento-mais-brasileiro-mostra-a-forca-da-agricultura-familiar/#:~:text=No%20Brasil%2C%20cada%20regi%C3%A3o%20em,de%20cor da%2C%20en tre%20v%C3%A1rios%20outros..> Acesso em: 22 ago. 2023.

DINIZ JUNIOR, O. G. TORRES, I. A. **As contribuições do valor presente líquido, da taxa interna de retorno, do payback e do fluxo de caixa descontado para avaliação e análise de um projeto de investimento em cenário hipotético.** *Universitas Gestão e TI*, v.3, n.1, p85-95, jan/jun 2013.

DIAS, M. C. *et al.* **Efeito do beneficiamento na viabilidade e vigor da semente de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.).** In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 2., 1987, Goiânia. Resumos... Brasília, DF: EMBRAPA-CNPAP, 1987. p. 31. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 21). 2017. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1068841> Acesso em: 03 mai. 2024.

DOMINGUES, L.S. *et al.* (2013) – **Metodologias de análise de adaptabilidade e de estabilidade para a identificação de linhagens de feijão promissoras para o cultivo no Rio Grande do Sul.** *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 34, p. 1065-1076.

DOURADO-NETO, D.; FANCELLI, A. L. **Descrição dos estádios fenológicos e ecofisiologia.** In: *Produção de feijão.* Guaíba: Agropecuária, 2000, p. 33-45.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão Caracterização Botânica de Espécies Silvestres do Gênero Phaseolus L. (Leguminosae).** Documentos 156, EMBRAPA Dezembro, 2003. 40p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Origem e história do feijoeiro comum e do arroz. 2000.** Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164370/1/CNPAP-2000-fd.pdf> . Acesso em: 10 abr. 2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Sistema de Produção de Informação – SPI. p.412, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **BRSMG Realce: Uma nova opção de cultivar com grão rajado para o Estado de Minas Gerais.** Embrapa Arroz e Feijão. Santo Antônio de Goiás, 2008. p.1-2.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Dia Mundial dos Pulses incentiva a produção e consumo de leguminosas.** Eugênio Ribeira- Embrapa Meio-Norte, 2022a.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Catálogo BRS FS311: FEIJÕES ESPECIAIS,** 2022b. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/230807/1/BRS-FS311-feijoespecial.pdf> . Acesso em: 15 ago. 2023.

EPAGRI - ACOM. **Boletim Agropecuário registra alta no preço do feijão-preto e queda no valor da saca de soja e milho. 2024.** Disponível em: <https://estado.sc.gov.br/noticias/boletim-agropecuario-registra-alta-no-preco-do-feijao-preto-e-queda-no-valor-da-saca-de-soja-e-milho/#:~:text=Em%20fevereiro%20de%202024%2C%20o>

%20pre%C3%A7o%20m%C3%A9dio%20pago%20aos%20produtores,77%25%20na%20compara%C3%A7%C3%A3o%20com%20janeiro. Acesso em: 23 de abril 2024.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Cultivares de feijão da Epagri oferecem boa produtividade e resistência a doenças**. Grãos, 2023.

Disponível em:

<https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2023/08/01/cultivares-de-feijao-da-epagri-oferecem-b-boa-productividade-e-resistencia-a-doencas/>. Acesso em: 19 jun. 2024.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **CURITIBANOS: CARACTERIZAÇÃO REGIONAL**. Secretária do Estado de Desenvolvimento Regional (2003).

Disponível em: http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepapublicacoes/diagnostico/CURITIBANOS.pdf. Acesso em: 02 set. 2023.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina**, v.1 p. 1-195, 2022.

EPAGRI/CEPA. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. 2023. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2020-2021**. Florianópolis – SC. Disponível em:

https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepapublicacoes/Sintese_2020_21.pdf. Acesso em: 25 ago. 2023.

EPAGRI/CEPA. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. 2024. **Boletim Agropecuário registra alta no preço do feijão-preto e queda no valor da saca de soja e milho 2024**. Florianópolis – SC. Disponível em:

<https://blog.epagri.sc.gov.br/index.php/boletim-agropecuario-registra-alta-no-preco-do-feijao-preto-e-queda-no-valor-da-saca-de-soja-e-milho/#:~:text=Em%20fevereiro%20de%202024%2C%20o%20pre%C3%A7o%20m%C3%A9dio%20pago%20aos%20produtores,77%25%20na%20compara%C3%A7%C3%A3o%20com%20janeiro>. Acesso em: 25 abril. 2023.

FARIA, L.C. *et al.* **BRS Radiante** – sugar common bean. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, v.3, n.4, p. 307-310, 2003.

FAOSTAT. Crops. 2021. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 20 out. 2023.

FAOSTAT. Crops. 2023. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 03 mai. 2024.

FONSECA, A. D. da.; FARIA, G. A.; SANTOS JÚNIOR, L. F. dos. **Classificação de coeficientes de variação em experimentos suínocolas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 28., REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA,

55., 2018, Goiânia. Anais... Goiânia: Editora PUC-GO, 2018. p. 1-5. (Trabalho 1.746). Disponível em: . Acesso em 20 abril. 2024.

GANASCINI, D. *et al.* **Tempo de cozimento em três diferentes variedades de feijão carioca.** *Acta Iguazu*, 3(4), 99-103, 2014.

GOMES, FP; GARCIA, CA. 2002. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais.** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. 21p.

GOMES, FP (2000) **Curso de estatística experimental.** 14^a ed. Piracicaba, Degaspari. 477p

GONZAGA, A. C. de O. **Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

HASHIMOTO, J. M; SOUZA, M. C. **Determinação dos tempos de cozimento sem a hidratação prévia dos grãos de feijão Vigna sp.** Embrapa-meio-norte, Documento 285. Teresina-PI. 2019.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo brasileiro de 2021.** Santa Catarina: IBGE,2021.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Boletim anual_INMET_2024. Disponível em: https://agriculturaconservacionista.ufsc.br/agrometeorologia/estacao-aeroporto-curitibanos-inmet/boletim-anual_inmet_2024-3/. Acesso em: 25 abril. 2024.

KATUURAMU, D.N. *et al* 2020. **On-farm multi-location evaluation of genotype by environment interactions for seed yield and cooking time in common bean.** Scientific reports 10: 1-12.

KOWALTOWSKI, A. **A importância nutricional do feijão e arroz.** Nexo. 2021. Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/a-importancia-nutricional-do-feijao-com-arroz> Acesso em: 02 mai. 2024.

LEMOS, L.B. *et al.* **Características de cozimento e hidratação de grãos de genótipos de feijão-comum (*phaseolus vulgaris L.*)** Alimentos e Nutrição. Araraquara, v. 7, n. 1, p. 47-57, 1996.

LOPES, K.L.M. *et al.* **Estatística experimental aplicada em ensaio de competição de variedades de feijoeiro comum (*Phaseolus Vulgaris L.*)**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.3, p. 30442-30459 mar. 2021.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro de cultivares, 2024.** Disponível em: https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php Acesso em: 23 de abril. 2024.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** CultivarWeb. 2023. Disponível em: https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php . Acesso em: 11 abr. 2024.

MELO, L.C. *et al.* **BRS FC402: Cultivar de Feijão-Comum Carioca com Alta Produtividade, Resistência à Antracnose e Murcha-de-Fusário.** EMBRAPA. Santo Antônio de Goiás, GO, março de 2017.

MENDONÇA, M. A. de S. *et al.* **Estudo de um novo método de cocção e avaliação da qualidade culinária de grãos de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.).** Resumo em Anais de Congresso. 10., 2016, Santo Antônio de Goiás. Coletânea dos resumos apresentados. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2016.

MORAIS, P. P. P. *et al.* **Influência do período e das condições de armazenamento de feijão no tempo de cocção.** Revista Ciência Agronômica, v. 41, n. 4, p. 593-598, out-dez, 2010.

NOGUEIRA, A. P. O. *et al.* **Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura.** Bioscience Journal, Uberlândia, v. 28, n. 6, p.877-888, nov./dez. 2012.

PAZ, C.H.O. **Processamento em diferentes soluções para obtenção de feijão seco com reduzido tempo de cozimento.** 2020. 71 f. - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel - PR.

PEREIRA, H.S. *et al.* **BRS esteio – cultivar de feijoeiro comum com grãos pretos, alto potencial produtivo e resistência à antracnose.** In: EMBRAPA (Ed.). Comunicado Técnico. Santo Antônio de Goiás, p. 1–4, 2013.

PEREIRA H.S. *et al.* 2017. **Culinary and nutritional quality of common bean lines with Carioca grain type and interaction with environments.** Revista Ceres 64:159-166

PEREIRA, T. C. I. *et al.* **Reflexo da interação genótipo x ambiente sobre o melhoramento genético de feijão.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 46, n. 3, p. 411-417, mar. 2016.

PERINA, E.F. *et al.* (2010) – **Avaliação da estabilidade e adaptabilidade de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) baseada na análise multi-variada da “performance” genotípica.** Ciência Agrotécnica, vol. 34, n. 2, p. 398-406.

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

QUEIROGA, J. L. *et al.* **Estimativa da área foliar do feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) por meio da largura máxima do folíolo central.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 1, p. 64-68, março 2003.

QUINT SILOCHI, R. M. H. *et al.* **Aspectos que influenciam a aquisição e preparo do feijão comum por consumidores domésticos.** Revista Faz Ciência, [S. l.], v. 23, n. 37, p. 147–164, 2021. DOI: 10.48075/rfc.v23i37.27180. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/fazciencia/article/view/27180>. Acesso em: 9 maio. 2024.

RAMALHO, M. B. S. *et al.* **Aplicações de genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas.** Lavras; Ufla, 2012. 522p.

REIS, L. S. *et al.* **Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 17, n. 4, p. 386-391, 2013.

ROCHA, D. R. A. D. **Critérios para Avaliação de Risco do feijão transgênico (*Phaseolus vulgaris* L.) resistente ao vírus do mosaico dourado.** 2011. Tese (PhD Thesis) — Pós-graduação em Pesquisa Clínica em Doenças Infecciosas, área de concentração em Biossegurança em Saúde, Instituto de Pesquisa Clínica Evandro Chagas, Rio de Janeiro, 2011.

ROCHA, M. M. *et al.* **Importância econômica.** In: **Cultivo de feijão-caupi.** 2ed, mar/2017. (Embrapa Meio-Norte. Sistemas de Produção, 2).

RODRIGUES, J. A. *et al.* **Qualidade para o cozimento de grãos de feijão obtidos em diferentes épocas de semeadura.** Bragantia, Campinas, v.64, n.3, p.369-376, 2005.

RODRIGUES, D. S. **Análise e classificação da qualidade de grãos de feijão.** Rio Verde, Goiás. 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/3867>. Acesso em: 01 mai.2024.

SALGADO, F. H. M. *et al.* **Efeito do nitrogênio em feijão cultivado em terras altas no sul do estado do Tocantins.** Ambiência, Guarapuava, v.8, n. 1, p.125- 136, 2012.

SANTOS, M.A.V. *et al.* **Correlations between agronomic characters in garlic.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.57, e02603, 2022.

SANTOS, G. G. dos; RIBEIRO, N. D.; MAZIERO, S. M. **Avaliação de caracteres morfológicos de feijão comum identifica espessura do grão diretamente correlacionada com o tempo de cozimento.** Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 46, n. 1, p. 35–42, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/38191>. Acesso em: 14 maio. 2024

SCHWENGBER, I. **Cultivares de feijão da Epagri oferecem boa produtividade e resistência a doenças.** Disponível em:<https://estado.sc.gov.br/noticias/cultivares-de-feijao-da-epagri-oferecem-boa-productividade-e-resistencia-a-doencas/>. Acesso em: 04 set. 2023.

SECOM. **FEIJÃO, O Alimento Mais Brasileiro Mostra A Força Da Agricultura Familiar.** 23 de junho de 2020. Conafer. Disponível em:<https://conafer.org.br/feijao-o-alimento-mais-brasileiro-mostra-a-forca-da-agricultura-familiar/#:~:text=No%20Brasil%2C%20cada%20regi%C3%A3o%20tem,de%20corda%2C%20entre%20v%C3%A1rios%20outros..> Acesso em: 22 ago. 2023.

SILVA, E. L. **Suscetibilidade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. goiano precoce a inundações temporárias do sistema radicular em diferentes fases do seu ciclo vegetativo.** 1982. Tese – ESALQ, Piracicaba – SP. 76 p.

SILVA, S.C; HEINEMANN, A.B. **Cultivo do feijão.** Clima. Embrapa Arroz e Feijão, 2021.

SILVA, K.F. *et al.* **Teste de cocção de linhagens de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) para consumo humano.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 28., 2022. Anais... [Online]: SBCTA; Embrapa, 2022. Evento online.

SILVA, L. B. **Qualidade tecnológica de cultivares brasileiras de feijão e adaptabilidade ao processamento industrial.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2017.

SOUZA, T.L.P.O. *et al.* **BRS FP403: cultivar de feijão preto com alta produtividade e qualidade de grãos, moderada resistência à murcha de *Fusarium* e podridões radiculares.** EMBRAPA. Santo Antônio de Goiás, GO. Outubro, 2019.

TÔSTO, S. G. *et al.* **Diagnóstico socioeconômico da cultura do feijão no Brasil.** Campinas, SP: EMBRAPA, 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/959522/1/DC94.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2023.

VELHO, L. P. S. *et al.* **Phenotypic correlation and direct and indirect effects of aerial part components with root distribution of common bean.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52, 328-334, 2017.

VIEIRA, C.; JÚNIOR, T. J. P.; BORÉM, A. **Feijão.** 2 ed. Viçosa: UFV - Universidade Federal de Viçosa, 2006. 600p.

WAFULA, E. N. *et al.* (2022). **Antinutrient to mineral molar ratios of raw common beans and their rapid prediction using near-infrared spectroscopy.** *Food Chemistry*, 368, Article 130773. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130773>.

WENDLAND, A. *et al.* **Doenças do feijoeiro: estratégias integradas de manejo.** In: CARNEIRO, J. E. de S.; PAULA JÚNIOR, T. J. de; BORÉM, A. (Ed.). *Feijão: do plantio à colheita.* Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. p. 270-299. 2014a.

WENDLAND, A. *et al.* **Feijão: O produtor pergunta, a Embrapa responde.** 2. ed. rev. atual. Brasília, DF: Embrapa, 2014b. p. 17-252.

WIESINGER J. A. *et al.* 2016. **Demonstrating a Nutritional Advantage to the Fast-Cooking Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.).** *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64:8592-8603.

YOKOYAMA, M. **Nível de aceitabilidade da cultivar de feijão Pérola: avaliação preliminar.** Brasília, DF: Embrapa Arroz e Feijão. 20 p. (Documentos, 98), 1999.

YOKOYAMA, L. P.; STONE, L. F. (ed.). **Cultura do feijoeiro no Brasil: características da produção.** Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 75 p. : il.

