

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel**  
**Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial**  
**Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos**



Dissertação

**Qualidade de grãos de feijão carioca produzidos nos municípios de Ji-Paraná e  
Vilhena**

**Suélem Gonçalves de Melo**

*Eng. Agrônoma*

Pelotas, 2021

**Suélem Gonçalves de Melo**

**Qualidade de grãos de feijão carioca produzidos nos municípios de Ji-Paraná e  
Vilhena**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Nathan Levien Vanier

Prof. Dr. Moacir Cardoso Elias

Dra. Shanise Lisie Mello El Halal

Pelotas, 2021

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas Catalogação na  
Publicação

M111q Melo, Suélem Gonçalves de

Qualidade de grãos de feijão carioca produzidos nos municípios de Ji-Paraná e Vilhena / Suélem Gonçalves de Melo ; Nathan Levien Vanier, orientador. — Pelotas, 2021.

52 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. Feijão carioca - Tempo de cocção. 2. Cor do tegumento. 3. Compostos fenólicos. 4. Proteína bruta. I. Vanier, Nathan Levien, orient. II. Título.

CDD : 635.652

Suélem Gonçalves de Melo

**Qualidade de grãos de feijão carioca produzidos nos municípios de Ji-Paraná e  
Vilhena**

Data da defesa: 30 de julho de 2021.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Nathan Levien Vanier (Orientador). Professor Adjunto da Universidade Federal de Pelotas. Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas.

Profa. Dra. Rosana Colussi. Professora Auxiliar da Universidade Federal de Pelotas. Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas.

Dra. Franciene Almeida Villanova. Pesquisadora na A\*Star Singapore. Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas.

Dra. Bárbara Biduski. Pós-Doutoranda da Universidade de Passo Fundo. Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas.

**Dedico este trabalho  
a minha filha Catharina Gonçalves Groeff e ao meu esposo Anderson Jean  
Ferrazza Groeff.**

## **Agradecimentos**

A Deus, grandioso e poderoso por ter me guiado e amparado em todos os momentos da vida, por ter me fortalecido e assim poder estar aqui.

A Jesus Cristo, pela sua coragem, determinação, humildade e seu exemplo de amor ao próximo.

A minha querida mãe do céu Nossa Senhora Aparecida, por interceder a Deus por mim em todos os momentos da minha vida.

A minha mãe Neuza Regina, por sempre estar ao meu lado e não me deixando desistir dos meus estudos, pelo seu amor ternura e força.

Ao meu pai Celso, pelo seu cuidado em minha educação e seu exemplo de honestidade e dedicação.

A minha irmã Eliane e meu cunhado Edverdison, por me apoiar e me ajudar em cada dia pelo carinho e dedicação em todos os momentos que eu preciso.

Ao meu irmão Eliano, pelo seu caráter e perfeição em todos os seus atos.

Ao meu esposo Anderson, que me apoiou para prosseguir nos estudos, que me ensinou a erguer a cabeça e acreditar em dias melhores.

Ao grande amor da minha vida minha filha querida Catharina, que me ensina a viver com mais leveza e esperança de dias melhores.

À Vanessa Rack, pela confiança depositada em mim para realização desde trabalho, pelo seu exemplo de dedicação e força.

Ao orientador Prof. Dr. Nathan Levien Vanier, pelos ensinamentos compartilhados, humildade e paciência.

Ao orientador Prof. Dr. Moacir Cardoso Elias, pela serenidade em seus ensinamentos e dom maravilhoso de ensinar.

Aos demais professores do Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Pelotas (CMPCTA – UFPel), por compartilharem seus conhecimentos profissionais no período desses dois anos de curso.

Aos colegas do Laboratório de Grãos da UFPel, que auxiliaram e colaboraram para a execução deste trabalho, em especial a coorientadora Dra. Shanise Lisie Mello El Halal, pela ajuda nas avaliações e interpretações deste trabalho.

Aos meus colegas de trabalho da empresa Rical, Kaue, Adenor, Ireudo e meu enteado Jean, pela amizade e parceria, pela ajuda prestada na colheita e nas avaliações do trabalho.

Aos colegas de turma, por enriquecerem minha base profissional e terem compartilhado informações relevantes para minha caminhada.

A EMBRAPA-Vilhena, em especial ao Drº Vicente Godinho e os demais funcionários do campo que colaboraram para a execução deste trabalho, pela ajuda e apoio na condução das avaliações do trabalho.

A empresa RICAL-Rack Ind e Com. de Arroz Ltda, pela oportunidade a mim concedida para poder cursar o mestrado e realizar a pesquisa.

A todas as instituições publicas de ensino desde pais, por estarem trazendo sempre inovações e saber para o povo brasileiro mesmo diante de tantas dificuldades.

Aos produtores rurais do Brasil em especial aos produtores Rondonienses meu carinho e respeito.

Aos demais amigos que me apoiaram e estiveram comigo durante minha jornada.

*“Eu nunca vi algo selvagem ter pena de si mesmo, um pássaro cairá morto de um galho sem nunca ter sentido pena de si mesmo.”*

*David Herbert Lawrence*

## Resumo

MELO, Suélem Gonçalves de. **Qualidade de grãos de feijão carioca produzidos nos municípios de Ji-Paraná e Vilhena**. 2021. 52f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

O feijão carioca possui preferência nacional, estando presente no cardápio dos brasileiros de todas as regiões e consumido por pessoas de todas as classes sociais. Os consumidores hoje estão à procura de produtos com atributos de qualidade. Contudo, a escolha da cultivar e o ambiente de cultivo podem propiciar a otimização de rendimentos e da qualidade tecnológica dos grãos. Diante disso, os objetivos nesse trabalho foram: (1) comparar a produtividade e a suscetibilidade às doenças de 7 cultivares de feijões comuns produzidos em Ji-Paraná e Vilhena; (2) avaliar o tempo de cocção e os parâmetros de cor das 6 cultivares de feijões comuns produzidos em Ji-Paraná e Vilhena; (3) definir os genótipos a serem produzidos e/ou industrializados pela Indústria Rical. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições. Os seguintes caracteres foram avaliados: produtividade, proteínas e cinzas, luminosidade (L) e valor de  $a^*$ , tempo de cocção, compostos fenólicos livres e complexados. Os dados foram analisados quanto a sua normalidade, submetidos à análise de variância e, posteriormente, efeitos das cultivares foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância enquanto a comparação de médias dos locais de produção foi realizada pelo teste  $t$  de Student, também a 5% de significância. Os genótipos de feijão carioca avaliados apresentam comportamentos distintos entre os municípios. A cultivar BRS FC104 teve a maior produtividade com 44,05 sacas por hectare no município de Vilhena-RO. Para o caractere proteína bruta, em Ji-Paraná a ANfc 9 apresentou o maior valor; em Vilhena ampla maioria das cultivares apresentou teores de proteína estatisticamente semelhantes. A cultivar BRS Pérola foi a única dentre as estudadas que apresentou maior teor de cinzas nos grãos produzidos em Ji-Paraná, comparados aos grãos produzidos em Vilhena. Para o perfil colorimétrico a cultivar ANfc 9 apresentou coloração mais clara de tegumento para os dois municípios com valores de  $L^* \geq 57,00$  e  $a^*$  de 3,56. Para cocção a cultivar BRS FC402 teve o menor tempo no município de Vilhena-RO (17,88 min). O teor de compostos fenólicos livres foi maior (entre 5 e 15 vezes) do que o teor de compostos fenólicos ligados. A cultivar BRS FC104 apresentou o maior teor de compostos fenólicos ligados em Ji-Paraná; para o município de Vilhena a cultivar BRS Pérola apresentou o maior valor.

**Palavras-chave:** feijão carioca, tempo de cocção, cor do tegumento, proteína bruta, compostos fenólicos.

## Abstract

MELO, Suélem Gonçalves de. **Quality of carioca beans grow in the countrysides of Ji-Paraná and Vilhena, State of Rondônia, Brazil.** 2021. 52p. Dissertation (Master Degree in Food Science and Technology) - Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

The carioca beans have national preference, being present on the menu of Brazilians from all regions and consumed by people from all social classes. Consumers today are looking for products with quality attributes. However, the choice of cultivar and the cultivation environment can provide the optimization of yields and the technological quality of the grains. Therefore, the objectives of this work were: (1) to compare the yield and disease susceptibility of 6 common bean cultivars produced in Ji-Paraná and Vilhena; (2) to evaluate the cooking time and color parameters of the 6 common bean cultivars produced in Ji-Paraná and Vilhena; and (3) to define the genotypes to be produced and/or industrialized by the Rical Industry. The design used was completely randomized, with three replications. The following characters were evaluated: yield, proteins and ash, luminosity (L) and a\* value from the colorimetric analysis of beans, cooking time, free and complexed phenolic compounds. Data were analyzed for normality, subjected to analysis of variance and, later, the effects of cultivars were compared by Tukey test at 5% significance, while the comparison of means of production sites was performed by Student's t test, too. at 5% significance. The carioca bean genotypes evaluated show different behavior among municipalities. Cultivar BRS FC104 had the highest productivity with 44.05 bags per hectare in Vilhena-RO. For the crude protein character, in Ji-Paraná ANfc 9 had the highest value; in Vilhena, most cultivars showed statistically similar protein levels. Cultivar BRS Pérola was the only one among those studied that showed higher ash content in grains produced in Ji-Paraná, compared to grains produced in Vilhena. For the colorimetric profile, the cultivar ANfc 9 showed lighter integument color for the two municipalities with values of  $L^* \geq 57.00$  and  $a^*$  of 3.56. For cooking the cultivar BRS FC402 had the shortest time in Vilhena-RO (17.88 min). The content of free phenolic compounds was higher (between 5 and 15 times) than the content of bound phenolic compounds. Cultivar BRS FC104 showed the highest content of phenolic compounds bound in Ji-Paraná; for the municipality of Vilhena, the cultivar BRS Pérola presented the highest value.

**Keywords:** carioca beans, cooking time, seed coat color, crude protein, phenolic compounds.

## Lista de Figuras

Figura 1	Estrutura química de taninos hidrolisável (a) e condensados (b).....	23
Figura 2	Mecanismo simplificado de reação da polifenoloxidase sobre substratos fenólicos.....	24
Figura 3	Mapa do estado de Rondônia.....	27
Figura 4	Grãos das diferentes cultivares utilizadas no estudo, obtidos de parcelas dos dois municípios de produção.....	29

## Lista de Tabelas

Tabela 1	Características agronômicas das cultivares de feijoeiro utilizado para experimento safra 2019/20.....	27
Tabela 2	Variáveis climáticas em Ji-Paraná-RO na safra 2019/20.....	28
Tabela 3	Variáveis climáticas em Vilhena-RO na safra 2019/20.....	28
Tabela 4	Produtividade de feijão carioca de diferentes cultivares produzidas em Ji-Paraná e em Vilhena.....	31
Tabela 5	Teores de proteína bruta e de cinzas de feijão carioca de diferentes cultivares produzidas em Ji-Paraná e em Vilhena.....	32
Tabela 6	Valores de luminosidade ( $L^*$ ) e $a^*$ de feijão carioca de diferentes cultivares produzidas em Ji-Paraná e em Vilhena.....	34
Tabela 7	Tempo de cocção de feijão carioca de diferentes cultivares produzidas em Ji-Paraná e em Vilhena.....	35
Tabela 8	Teores de fenóis livres e ligados de feijão carioca de diferentes cultivares produzidas em Ji-Paraná e em Vilhena.....	36

## Sumário

1	Introdução.....	13
1.1	Hipóteses.....	15
1.2	Objetivos.....	15
1.2.1	Objetivo geral.....	15
1.2.2	Objetivos específicos.....	15
2	Revisão de literatura.....	16
2.1	Produção de feijão no Brasil.....	16
2.2	Parâmetros de qualidade de feijão.....	18
2.2.1	Tempo de cocção e cor de grãos de feijões.....	19
2.2.2	Teor de proteínas e cinzas em grãos de feijões.....	20
2.2.3	Compostos fenólicos de feijões.....	21
2.4	Efeitos do local de cultivo sobre a qualidade de grãos de feijão.....	24
3	Material e métodos.....	26
3.1	Materiais.....	26
3.2	Métodos.....	29
3.3	Análise estatística.....	29
4	Resultados e discussão.....	29
4.1	Produtividade e classificação dos grãos colhidos.....	29
4.2	Proteínas e cinzas.....	32
4.3	Luminosidade (L*) e valor de a* da análise colorimétrica dos feijões	33
4.4	Tempo de cocção.....	35
4.5	Compostos fenólicos livres e complexados.....	36
5	Considerações finais.....	37
	Referências.....	

## 1. Introdução

O feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) e o arroz constituem a base da dieta alimentar do brasileiro. O feijão, além de ser uma excelente fonte de proteínas, apresenta um bom conteúdo de carboidratos e é rico em ferro, cálcio, vitaminas, fibras e ainda nos fornece a lisina, que é um aminoácido essencial (PENA, 2015). O feijão, em relação às proteínas de origem animal, apresenta menor custo de sua proteína, além disso, fornece de 10 a 20% das necessidades de uma série de nutrientes em adultos.

Por ser considerado um alimento básico e com expressivo consumo pela população, vários atributos de qualidade devem ser estudados, como os atributos físico-químicos, nutricionais e tecnológicos, os quais são aspectos importantes considerados no melhoramento de feijão e na seleção de cultivares comerciais para atender a indústria e consumidor final. A qualidade nutricional do feijão está associada aos componentes nutritivos mais relevantes presentes no grão, em especial os carboidratos, as proteínas, as vitaminas, os minerais e as fibras (RIBEIRO et al., 2005; MESQUITA et al., 2007).

A qualidade tecnológica está relacionada à facilidade de cozimento, à resistência do tegumento e aos aspectos sensoriais, como sabor agradável, caldo espesso e de cor atrativa. Aspectos visuais dos grãos, como cor, brilho, tamanho e forma, que são cruciais para a sua aceitação, também devem ser analisados (VIEIRA et al., 2005).

Tais características podem ser afetadas pela constituição genética do feijão, associadas às condições ambientais e ao manejo de produção, pós-colheita e industrialização. Em Rondônia, a Indústria Rical apresenta matriz e filial em Ji-Paraná e Vilhena, respectivamente, onde também há campos de produção de feijão carioca. O município de Vilhena localiza-se na região do Cone Sul do estado de Rondônia, na transição entre o bioma Cerrado e Amazônia (12°45' S, 60° 08' W e 600 m de altitude). O município de Ji-Paraná – RO apresenta latitude 10°57'29.2" S, longitude 61°54' 22.9" W e altitude de 144 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é caracterizado como AW (tropical-quente e úmido).

O consumidor atual está muito exigente e procura um produto que possui alto padrão de qualidade e praticidade. Para a indústria aliar qualidade nutricional e tecnológica de grãos com produtividade e qualidade comercial para atender o

consumidor final do feijão comum, não é uma tarefa fácil. O Estado de Rondônia com sua baixa produção do grão não atende a demanda interna do Estado e estudos sobre o comportamento de cultivares na região servem de alternativa para poder incentivar o cultivo do feijão no estado.

É de suma importância que se continue o processo de aumento da produtividade, principalmente pela melhoria do desempenho das cultivares. Tal fato deve estar associado a um produto com características culinárias e/ou tecnológicas desejadas pelos consumidores, destacando-se menor tempo para o cozimento, alta produtividade, quantidade e também qualidade proteica (DURIGAN et al., 1978; SGARBIERI, 1987; BRESSANI, 1989; LAM-SANCHES et al., 1990; CAZETTA et al., 1995).

## **1.1. Hipóteses**

1.1.1. Os feijões cultivados em Vilhena apresentam maior produtividade do que os cultivados em Ji-Paraná.

1.1.2. O teor de proteínas, de minerais e de compostos fenólicos do feijão carioca varia não apenas entre cultivares como também entre as regiões produtoras de Ji-Paraná e Vilhena.

1.1.3. Independente da cultivar, os grãos de feijão carioca produzidos em Vilhena apresentam maior tempo de cocção e coloração mais escura do tegumento em relação aos feijões em Ji-Paraná.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo geral**

Avaliar a produtividade e a qualidade de grãos de feijão carioca cultivados em Ji-Paraná e em Vilhena, a fim de estabelecer quais as cultivares mais aptas à industrialização na Indústria Rical.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

Comparar a produtividade e a suscetibilidade às doenças de 6 cultivares de feijões comuns produzidos em Ji-Paraná e Vilhena.

Avaliar o tempo de cocção e os parâmetros de cor das 6 cultivares de feijões comuns produzidos em Ji-Paraná e Vilhena.

Definir os genótipos a serem produzidos e/ou industrializados pela Indústria Rical.

## 2. Revisão de literatura

### 2.1. Produção de feijão no Brasil

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), pertencente à família Fabaceae, que compreende as leguminosas, está entre os alimentos mais antigos (LAJOLO; GENOVESE; MENEZES, 1996). No antigo Egito e Grécia, os feijões eram considerados como símbolos da vida. Já em Roma, os antigos romanos utilizavam o feijão em festas gastronômicas e, também, como forma de pagamento de aposta. O gênero *Phaseolus* abrange todas as espécies conhecidas como feijão, e a espécie *P. vulgaris* L. é a mais conhecida, por possuir maior número de variedades (MESQUITA et al., 2007).

Os maiores produtores mundiais de feijão são Myanmar, Índia, Brasil, Estados Unidos, México e Tanzânia, responsáveis por 57% do total produzido no mundo, ou 15,3 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2019). Nos países desenvolvidos, o consumo de feijão é baixo, sendo os grandes produtores mundiais também os maiores consumidores (CONAB, 2019).

Conforme números fornecidos pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a produção média mundial no período de 2018/2019 foi de 23,8 milhões de toneladas.

O Brasil se destaca como um dos maiores produtores de feijão do mundo, com uma área plantada na safra 2019/20 de 2,9 milhões de hectares e produção na safra 2019/20 de 3,02 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

No país, a região Sul é a maior produtora do grão, responsável por 27,7% da produção. Em outras regiões a produção é: Sudeste 24,41%, Centro-Oeste 23,23%, Nordeste 21,76% e Norte 2,8% (CONAB, 2020).

O feijão de maior consumo no país é o carioca, correspondendo cerca de 70% da produção nacional. No Brasil, o consumo preferencial depende principalmente das características morfológicas, como cor, formato e tamanho da semente (CARNEIRO et al., 2005).

A cultura do feijão no país é realizada em três safras durante o ano, sendo produzido na maioria dos estados brasileiros, principalmente nos das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, além de alguns do Nordeste e Norte. O sistema de produção de feijão no país em alguns casos é heterogêneo, pois a produção pode

ser para subsistência em pequenas áreas de cultivo para família, que emprega sistemas primitivos de produção. E em escalas de grande produção altamente tecnificada, que ocorre principalmente na 3ª safra, por ser realizada sob pivô central nos meses de inverno, nos estados de clima tropical (WANDER et al., 2010).

Segundo Souza (2014) a terceira safra é a mais importante para manter a produção de feijão distribuída ao longo do ano, pois se destaca também pela maior produtividade em relação às demais safras por ser a mais intensiva em tecnologia. Alguns fatores como a variabilidade climática, as características do solo e o ciclo de cultivo são responsáveis por esta diversidade de épocas de cultivo. Embora a produção ocorra em três safras, as variações de qualidade dos grãos associadas às questões de logística e de manejo durante o armazenamento, acarretam em grandes oscilações no valor comercial durante o ano agrícola.

A Região Norte, possui a menor área de produção no país, sendo a cultura semeada na segunda safra. No geral, em 2019 foram 9,2 mil hectares semeados com a cultura, distribuídos entre Rondônia, Acre e Amapá. Com produção em 7,8 mil toneladas. Em Rondônia, no ano de 2019, a área plantada com feijão foi de 3,9 ha com uma produção de 7,8 t e produtividade média de 1.121kg/ha (CONAB, 2019).

A falta de investimento em tecnologia, como adubação, calagem, sementes certificadas, cultivares recomendadas, época de plantio adequada e manejo refletem na baixa produtividade da cultura no estado de Rondônia (ARAÚJO et al., 1996). Além dos fatores citados, soma-se o fato de o feijoeiro ser muito suscetível à ocorrência da doença mela, causada por *Thanatephorus cucumeris*, no período das águas, que provoca severo desfolhamento na planta e subsequente morte. Para evitar a ocorrência de mela é realizada a semeadura tardia e conseqüentemente, a cultura tem sua fase produtiva dentro do período da seca, com a redução de enchimento de grãos. Contudo, tem-se um quadro geral da queda de rendimento produtivo do feijoeiro no Estado de Rondônia (AGRIOS, 2005; REIS et al., 2008).

O baixo rendimento da cultura no estado deve-se ao baixo nível tecnológico empregado pelos agricultores e a ausência de cultivares produtivas, adaptadas, estáveis e adequadas às diversas condições de cultivo de feijão comum, em Rondônia. Apesar do baixo desempenho, a produção estadual é importante pelo seu volume (SOUZA, 2005).

## 2.2. Parâmetros de qualidade de feijão

Os parâmetros de qualidade dos grãos de feijões podem ser determinados pelas características tecnológicas e nutricionais, que influenciam da aceitabilidade do consumidos. Além dos valores nutricionais, os fatores tecnológicos como produtividade, cor, tamanho, forma, aparência textura, sabor e tempo de cozimento são de extrema importância (REYES-MORENO; PAREDES-LÓPEZ, 1993; CORTE et al., 2003; UEBERSAX, 2011).

Corte et al. (2003) destacam as seguintes características de qualidade tecnológica do feijão: tempo de cocção, textura, sabor, cor e sólidos totais no caldo. Portanto, essas características devem ser consideradas nas pesquisas de desenvolvimento genético de novas cultivares. Bassinello (2008) também destaca estas características, pois com o seu estabelecimento é possível obter melhores parâmetros de qualidade e, assim, contribui-se para aumentar o consumo e a produção do produto.

Atualmente, o feijão tem um importante papel no fator nutricional para o consumidor, pois faz parte das principais refeições da população. Por ser uma importante fonte de proteínas, apresentando elevado teor de lisina, fibras alimentares, carboidratos complexos, minerais, como cálcio e, principalmente, ferro, além de vitaminas do complexo B (LAJOLO; GENOVESE; MENEZES, 1996; MESQUITA et al., 2007; SILVA; ROCHA; CANNIATI-BRAZZACA, 2009). O grão tem sido uma alternativa em substituição à carne e a outros alimentos proteicos, tanto em países em desenvolvimento como nos países desenvolvidos (RIOS; ABREU; CORRÊA, 2003; LIN et al., 2008).

Segundo Espinosa- Alonso et al. (2006), a cor do tegumento dos feijões está diretamente relacionada à presença e à quantidade dos compostos fenólicos. Desta forma, relata-se que feijões com tegumento de cor mais clara, como o feijão branco, apresentam menor concentração de compostos fenólicos do que os feijões com casca de cor escura, como o feijão preto (ROCHA-GUZMÁN et al., 2007).

### 2.2.1. Tempo de cocção e cor de grãos de feijões

O tempo de cocção e a cor são características importantes na qualidade do feijão, pois geralmente o consumidor prefere grãos com menor tempo de cocção possível e de coloração mais clara.

O tempo de cocção é fundamental para a aceitação da cultivar de feijão, pois a praticidade para o preparo das refeições nos dias atuais é uma das exigências dos consumidores. Cultivares que apresentam grãos que cozinham mais rápido proporciona economia de tempo e de energia (YOKOYAMA; STONE, 2000).

O Serviço de Agricultura e Produção Agropecuária exige a avaliação do tempo de cozimento para a inscrição de uma nova cultivar (BRASIL, 2009). A metodologia oficial requer a utilização do cozedor de Mattson proposta por Proctor e Watts (1987). Muitos são os fatores que influenciam no tempo de cozimento dos grãos, dentre eles a cultivar, as condições do ambiente de cultivo e as condições e o tempo de armazenamento (CARBONELL; CARVALHO; PEREIRA, 2003; RAMOS JUNIOR; LEMOS; SILVA, 2005).

Bressani et al. (1991) determinaram que feijões com tonalidades mais escuras tem um tempo de cocção maior. Segundo Bassinello (2008), o tempo de cocção pode ser um fator limitante no consumo de feijão, pois demanda energia e tempo para o consumidor, destacando que os grãos de feijão precisam ser hidratados e cozidos para se tornarem palatáveis. O cozimento inativa os compostos antinutricionais termolábeis e permite a digestão e assimilação de proteínas e amido.

Segundo Ibarra-Perez et al. (1996), a capacidade de cozimento dos grãos é mais rápida quando o grão possui uma maior absorção de água. Na cocção, a estrutura do grão é modificada, sendo o amido gelificado e as proteínas, desnaturadas. Para o feijão ser consumido é fundamental a cocção, pois assegura a inativação dos elementos antinutricionais e proporciona a manifestação das propriedades sensoriais de sabor e textura exigidos pelos consumidores (YOKOYAMA & STONE, 2000).

É sabido que o tempo de cozimento pode ser influenciado pelas condições de cultivo, pelo processo de beneficiamento e de armazenamento dos grãos (SCHOLZ & FONSECA JÚNIOR, 1999b). Além disso, variabilidade genética para tempo de cozimento em feijão tem sido relatada variando de 22,1min a 100,3min (CARNEIRO et al., 1999; CARNEIRO et al., 1999;)

O feijão apresenta elevada variabilidade genética e, conseqüentemente, grande diversidade de cores, tamanhos, formas e intensidade de brilho. A cor clara dos grãos está estreitamente associada à preferência para o consumo e ao valor comercial do produto, sendo um parâmetro de interesse para a indústria e consumidor (RIBEIRO, STORCK e POERSCH, 2008).

De acordo com Ramalho; Abreu; Carneiro (2004) na coloração dos grãos dos feijões carioca estão envolvidos pelo menos 18 genes, o que leva a dificuldade de se obter grãos com coloração que atenda aos consumidores. O parâmetro de coloração é um índice de qualidade para alimentos que avalia a mudança na qualidade em função do armazenamento (GIESE, 2000).

O escurecimento do grão causa perda econômica por causa da qualidade visual do produto, onde o consumidor associa com o tempo de cozimento prolongado. Vários fatores podem estar associados à alteração da cor do tegumento dos grãos de feijão como, alta temperatura, exposição a luz e a umidade que prevalece durante o período de armazenamento (SIQUEIRA et al., 2014).

Segundo Braccin (1993), os grãos de feijão podem sofrer alteração na cor ainda no campo, se após a maturação fisiológica a colheita do grão não se proceder e as condições climáticas não forem favoráveis. A ocorrência de chuvas ou até mesmo orvalhos aliados com alta temperatura e com alta umidade relativa do ar podem afetar a qualidade dos grãos.

A coloração do tegumento dos grãos pode ser medida com colorímetro, que possibilita a identificação do espectro de cores. Essa informação é obtida em um sistema tridimensional (BRACKMANN et al., 2002).

### **2.2.2. Teor de proteínas e cinzas em grãos de feijões**

O teor médio de proteína do feijão é de 20 a 35% de proteína. Estes valores podem variar dependendo dos tratos culturais e da cultivar avaliada, porém, o valor nutritivo da proteína não é satisfatório por apresentar teores baixos de alguns aminoácidos essenciais limitantes (TOLEDO e CANNIATTI-BRAZACA, 2008).

O perfil de aminoácidos das proteínas do feijão comum é caracterizado por sua deficiência em triptofano e aminoácidos sulfurados, sendo a metionina o aminoácido mais limitante, ao passo que a lisina é o aminoácido que se encontra em maior proporção em relação aos demais aminoácidos, quando comparados às

proteínas de origem animal (YIN et al., 2010; MOURA e CANNIATTI-BRAZACA, 2006).

A quantidade de proteínas do feijão em algumas cultivares pode variar entre 200 e 350 g/Kg porém, o valor nutricional dessas proteínas não é satisfatório, já que não possui todos os aminoácidos essenciais em quantidades significativas – cisteína e metionina (JOURDAN; NOREÑA; BRANDELLI, 2007).

Entretanto, a composição química dos grãos de feijão varia conforme a localização geográfica, as condições edáficas (tipo de solo, pH, fertilidade, textura, matéria orgânica, entre outros) e as variações climáticas (RIBEIRO, 2010).

O teor de cinzas de um alimento representa o seu conteúdo de minerais, que são importantes para a nutrição humana, exercendo funções em vários processos metabólicos, como: regular a atividade de muitas enzimas, manter o equilíbrio ácido-básico e a pressão osmótica, facilitar a transferência pela membrana de compostos essenciais e manter a irritabilidade nervosa e muscular (MAHAN, 1998).

Fabáceas possuem quantidades de minerais muito superiores às de cereais. Ademais, os grãos de fabáceas são consumidos geralmente na forma íntegra, o que assegura que haverá o consumo do tegumento, onde se encontra a maior parte desses nutrientes (BROUGHTON et al., 2003). Os principais encontrados em feijões são o cálcio, cobre, ferro, potássio, magnésio, fósforo e zinco. Entretanto, outros componentes presentes nesses grãos, como fitatos e fibras, podem afetar negativamente a biodisponibilidade desses minerais (SEBASTIÁ et al., 2001).

### **2.2.3. Compostos fenólicos de feijões**

Os compostos fenólicos são metabolitos secundários de plantas e fazem parte do sistema de defesa das mesmas contra exposições à radiação ultravioleta, altas temperaturas agressões de patógenos e insetos. Estes compostos se relacionam as características sensoriais e a pigmentação das plantas. Em feijões é observada a presença de compostos fenólicos, que se localizam principalmente no tegumento do grão e em variedades coloridas (GOYCOOLEA et al., 1990).

Na literatura científica encontram-se muitos estudos que investigaram os compostos fenólicos de leguminosas *in natura*, especialmente nos variados tipos de feijão. Existe uma grande variação dos compostos fenólicos presentes nas leguminosas, dependendo principalmente da cor e do tipo de leguminosa, porém,

em sua maioria, destacam-se os ácidos hidroxibenzóicos, como os ácidos gálico e protocatecuico (ácido di-OH-benzoico) e os ácidos hidroxicinâmicos, como o ácido p-cumárico e ferúlico. Além disso, também se identificam os flavonoides como quercetina, catequina e o kaempferol como os principais encontrados na literatura (WANG, et al., 2016; CHEN et al., 2015b; LOPÉZ et al., 2013; AGUILERA et al., 2011; AGUILERA et al., 2010).

As leguminosas são constituídas de uma parte exterior conhecida como casca e da parte interna que inclui o endosperma, o epicótilo, o hipocótilo e a radícula. O endosperma das leguminosas é o que representa, consideravelmente, o peso das sementes, e atua como órgão de armazenamento de nutrientes, sendo que a maior parte do endosperma é formado por células de armazenamento, apresentando assim um baixo número de células contendo fenol (PEREIRA,2008)

O tegumento é composto por células de epiderme, hipoderme, clorênquima, parênquima e endotélio, todas contendo a maioria das organelas, como o vacúolo e a parede celular, contendo assim grandes quantidades de fenólicos, tanto os solúveis como os insolúveis, sendo que os ácidos fenólicos são os principais compostos insolúveis presentes nas leguminosas e os flavonoides podem estar presentes em ambas as formas, solúveis e insolúveis (SHAHIDI; YEO, 2016).

Os ácidos fenólicos insolúveis mais abundantes no feijão cru são os ácidos ferúlico, sinápico, gálico, p-cumárico, caféico, siríngico, protocatecuico e p-hidroxibenzoico, enquanto que os flavonoides mais abundantes são a isoquercetina, (+)-catequina, epicatequina, rutina e a quercetina. O conteúdo de compostos fenólicos em feijões é bastante elevado em comparação a outros vegetais (GARCIA-LAFUENTE et al., 2014). Sua composição varia de acordo com o tipo de feijão e com a cor da sua casca (ANTON et al., 2008).

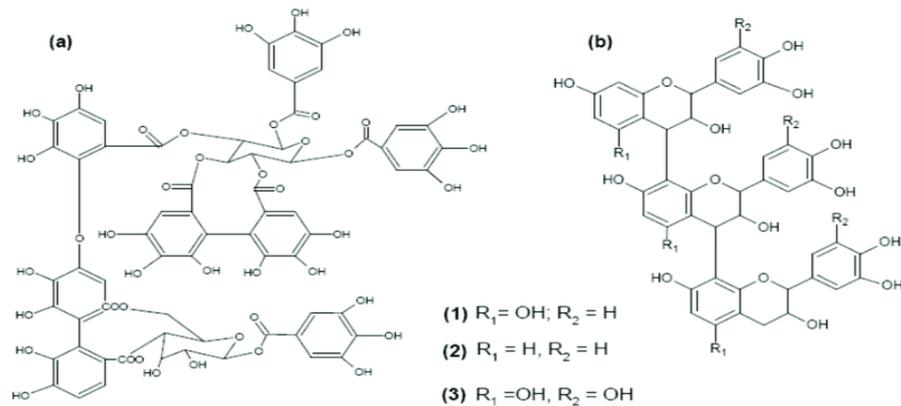
No entanto, fatores ambientais, tais como o local de crescimento, bem como fatores genéticos (cultivares) podem influenciar no nível destes compostos bioativos (ROCHA-GUZMÁN et al., 2007b).

Além das propriedades antioxidantes, dos compostos fenólicos sua presença contribui para a parte sensorial dos alimentos, como a cor, o sabor e o aroma, conservando a qualidade do alimento (NACZK e SHAHIDI, 2004). O feijão comum apresenta grande variedade de polifenóis, os quais estão concentrados, basicamente, no tegumento dos grãos. Conseqüentemente, a cor do tegumento do

feijão é determinada pela presença e concentração destes compostos (APARICIO-FERNANDEZ et al., 2005)

A quantidade e a composição dos flavonoides glicosilados (kaempferol), procianidinas (taninos condensados) e antocianidinas determinam a cor do tegumento (BENINGER e HOSFIELD, 2003).

Embora os taninos sejam, quimicamente, um grupo diversificado, eles normalmente são divididos em taninos hidrolisáveis e taninos condensados (Figura 1). Os taninos hidrolisáveis são facilmente hidrolisados, química ou enzimaticamente, e podem ser quebrados em açúcares, ácidos carboxílicos e compostos fenólicos simples; enquanto os taninos condensados são os mais difundidos e típicos entre taninos de plantas e consistem de oligômeros dos “flavan-3-ols” (catequinas) ou “flavan-3,4-diols” (leucoantocianidinas) e são os mais encontrados em feijão comum (RAMÍREZ-CÁRDENAS, 2006).

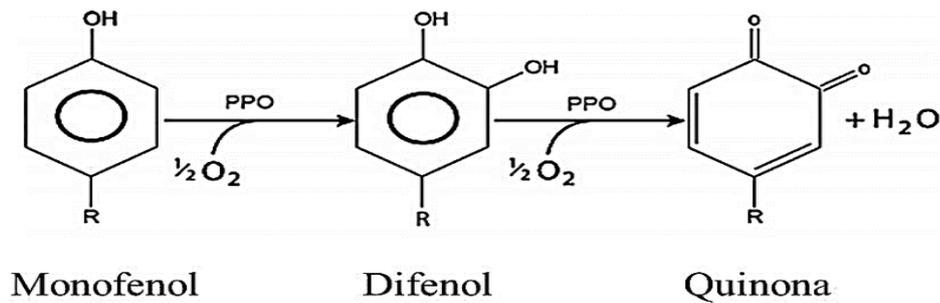


**Figura 1.** Estrutura química de taninos hidrolisável (a) e condensados (b).

Estes compostos são suscetíveis a mudanças de cor por meio de processos enzimáticos e não-enzimáticos. Neste sentido, a quantidade de fenóis é um parâmetro importante nos estudos relacionados ao escurecimento e ao endurecimento de feijões (RAMÍREZ-CÁRDENAS, 2006).

Estudos têm demonstrado que os compostos fenólicos estão relacionados ao escurecimento dos grãos quando na presença de oxigênio, fato ocasionado por oxidações enzimáticas mediadas por oxido-redutases, presentes no tegumento (MARLES; VANDENBERG; BETT, 2008). Entre estas enzimas destaca-se a polifenoloxidase – PPO (EC. 1.14.18.1), enzima que contém cobre no centro ativo e

catalisa dois tipos de reações, ambas envolvendo oxigênio. A primeira reação corresponde à hidroxilação de monofenóis formando orto-difenóis e a segunda à oxidação de orto-difenóis formando orto-quinonas (Figura 2). As quinonas formadas, subsequentemente, sofrem uma série de reações não enzimáticas para formar pigmentos escuros denominados genericamente de melaninas (MAYER, 2006).



**Figura 2.** Mecanismo simplificado de reação da polifenoloxidase sobre substratos fenólicos. Fonte: TOIVONEN; BRUMMELL, 2008.

#### 2.4. Efeitos do local de cultivo sobre a qualidade de grãos de feijão

Por ser cultivada em praticamente todos os estados brasileiros, a cultura do feijão pode apresentar diferente desempenho em cada local. A época de semeadura em um mesmo ano e em diferentes sistemas de cultivo que variam desde a agricultura de subsistência com baixo nível de investimento até lavouras com alto nível de tecnologia.

Vários trabalhos têm demonstrado a importância da interação genótipo ambiente, em diferentes regiões, especialmente para produtividade de grãos (MELO et al., 2007; RAMALHO et al., 1998).

A avaliação de ciclo das cultivares é uma característica importante, devido as variações de solo e clima, pois possibilita o melhor planejamento da época de semeadura e da utilização racional do campo de produção agrícola (ZIMMERMANN et al., 1996).

Segundo Rosse e Vencovsky (2000), as cultivares de feijão precoce apresentam um ciclo de aproximadamente 70 dias. O feijão, por ser uma espécie com ciclo anual e desenvolvimento precoce, é mais sensível às variações

ambientais. Assim, alterações nas condições climáticas podem provocar mudanças acentuadas na produtividade e qualidade dos grãos por esse motivo, o local de cultivo tem influência sobre a cultura (RAMALHO et al., 1993). Tem-se observado efeitos significativos sobre os efeitos do local de cultivo em características tecnológicas e culinárias do feijoeiro (SCHOLZ E FONSECA JÚNIOR, 1999). As condições do clima, no momento da colheita (seca ou chuva), interferem na qualidade fisiológica dos grãos com modificações nas características do tegumento (integridade), o que influencia na absorção de água e no tempo de cozimento (CARBONELL et al., 2003).

A temperatura e a precipitação pluviométrica são um dos fatores climáticos que afetam o desenvolvimento e a produção do feijão. As características físico-químicas do solo também influenciam no desenvolvimento do feijoeiro e devem ser levadas em consideração para o planejamento da cultura (EMBRAPA, 2003).

A temperatura é um dos principais fatores ambientais no controle do desenvolvimento e produção do feijoeiro (WALLACE et al., 1991). De acordo com Mariot (1976), temperaturas entre 10°C e 35°C são indicadas para o cultivo do feijoeiro, mas, do ponto de vista ecológico, considera-se a faixa entre 15°C e 27°C como ideal para o seu crescimento e produção (BULISANI et al., 1987). Por outro lado, tem sido indicado que, em temperaturas do ar inferiores a 12°C, seu crescimento é significativamente reduzido (BULISANI et al., 1987; FANCELLI & DOURADO-NETO, 1987).

A temperatura média para cultivo do feijão na América Latina varia de 17,5°C a 25°C procurando sempre o período de semeadura para que a época de floração coincida com temperatura próxima a 21°C (MARIOT, 1989 apud VIEIRA et al., 2006).

O crescimento e desenvolvimento do feijoeiro pode ser afetado devido a precipitação pluviométrica. Estima-se que o consumo hídrico da cultura do feijão seja de 300 a 600 mm ao longo do seu estágio de desenvolvimento, consumindo em média de 3 a 4 mm por dia e necessitando de disponibilidade mínima de 100 mm mensais (MARCO et al., 2012).

Segundo alguns autores, a qualidade tecnológica de genótipos de feijoeiro é altamente influenciada pelas condições ambientais nas quais os grãos foram produzidos, indicando alta interação entre genótipo e ambiente (CARBONELL et al., 2003; PERINA et al., 2014; e CHIORATO et al., 2015).

### 3. Material e métodos

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS) do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (DCTA) da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas, e no Laboratório de Qualidade de Grãos da Empresa RICAL Rack Indústria e Comércio de Arroz LTDA.

#### 3.1. Materiais

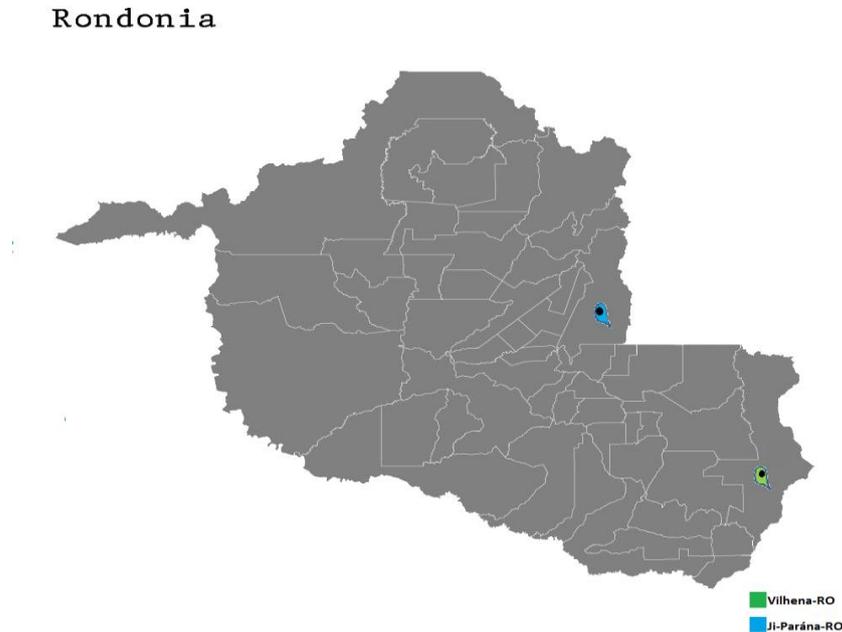
O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Vilhena, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) no estado de Rondônia, e no campo experimental da empresa Rical, em Ji-Paraná – Rondônia. O campo da Embrapa Vilhena está situado às margens da BR 364, km 06, localizado na latitude 12°47'27,9”S, longitude 60°05'51,8”O, e altitude de aproximadamente 600 m em relação ao nível do mar.

A área está sob domínio do ecossistema de cerrado, estação seca bem definida, sendo o clima local tipo Aw, segundo a classificação de Köppen (PEEL et al., 2007), com precipitação média anual de 2.200 mm, temperatura média de 24,6° C e umidade relativa do ar de 74 %.

O solo é classificado como Latossolo Vermelho amarelo álico, fase cerrado, relevo plano, onde as características químicas são: pH em H<sub>2</sub>O: 5,4; cátions trocáveis - Al+H: 6,3; Ca: 2,3; Mg: 1,6 e K: 0,20 cmolc.dm<sup>-3</sup>, P Melich<sup>-1</sup>: 6 mg.dm<sup>-3</sup> e M.O.: 3,20 dag.kg<sup>-1</sup>, obtidas por análise de solo da área experimental realizada em outubro de 2019.

O campus experimental da empresa Rical localizada na Rodovia Br-364, Km 333, s/n - Zona Rural, Ji-Paraná - RO, latitude 10°57'29.2" S, longitude 61°54' 22.9" W, altitude de 144 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é caracterizado como Aw (tropical-quente e úmido), com temperatura média anual de 24,5 °C. Pluviosidade média anual de 1938 mm e um período seco bem definido (SEDAM, 2020). O solo do local é classificado como Argissolo vermelho amarelo distrófico.

Na Figura 3 está apresentado o mapa do estado de Rondônia com a localização dos municípios de Vilhena e Ji-Paraná.



**Figura 3.** Mapa do estado de Rondônia.

Foram utilizadas sementes certificadas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo carioca dos genótipos ANfc 5, ANfc 9, BRS FC104, BRS FC402, BRS Pérola, BRS Estilo e IPR Campos Gerais em talhões de 15 x 40 m, lado a lado com espaçamento de 0,48 de cada talhão foi retirado 3 parcelas de 3 linhas de 10 metros. A semeadura foi realizada em 20 de dezembro de 2019, em Vilhena-RO e 19 de dezembro em Ji-Paraná-RO. Foram semeadas 13 plantas por metro linear para os genótipos de ANfc 5, ANfc 9, BRS FC402, BRS FC104, BRS Estilo, BRS Pérola e IPR Campo Gerais.

Na Tabela 1 estão apresentadas as características agrônômicas das cultivares de feijoeiro utilizado para experimento safra 2019/20

**Tabela 1.** Características agronômicas das cultivares de feijoeiro utilizado para experimento safra 2019/20.

<b>Cultivar</b>	<b>Ciclo (dias)</b>	<b>Arquitetura</b>	<b>Resistência a doenças</b>
ANfc 5	76-80 dias	-	-
ANfc 9	88-94 dias	Ereto	-
BRS FC104	60-65 dias	Semi-prostado	Mosaico Comum
BRS FC402	85-95 dias	Semi-ereta	Mosaico Comum
BRS Pérola	85-95 dias	Semi-prostrado	Mosaico Comum
BRS Estilo	85-95 dias	Ereto	Mosaico Comum
IPR Campos Gerais	88 dias	Ereto	Ferrugem/ Oídio

Os tratos culturais foram os mesmos para todos os genótipos: Abaixo seguem o detalhamento da condução e uso de adubação e aplicações de defensivos:

I. Tratamento de sementes com uso de Vitavax (Carboxanilida e Dimetilditiocarbamato) + Standak top (Piraclostrobina, Tiofanato Metílico, Fipronil) e Cobalto + Molibdenio.

II. Adubação de base com 420 kg/ha-1 da fórmula N-P-K “02-25-15”.

III. Adubação de cobertura foi realizada com 15 dias após plantio 200 kg/ha de sulfato de amônia, e após uma segunda cobertura 30 dias após com 100 kg/ha de ureia e 100 kg/ha de cloreto de potássio.

IV. Dois dias após o plantio foi realizado o controle de plantas invasoras com aplicação dos herbicidas Reglone + Gramoxone grupo químico (bipiridílio) e (paraquat).

V. Foi realizado 3 aplicações de fungicidas com intervalos de 15 dias. Os produtos utilizados na 1º e 2º aplicação foi Amstar grupo químico (estrobilurinas) e a 3º aplicação Azimute grupo químico (estrobilurina. azoxistrobina e triazol).

Nas Tabelas 2 e 3 estão apresentadas as temperaturas médias, máximas e mínimas e a precipitação média durante os meses de cultivo da safra 2019/20 nas localidades de Ji-Paraná e Vilhena, respectivamente.

**Tabela 2.** Variáveis climáticas em Ji-Paraná-RO na safra 2019/20.

<b>Período</b>	<b>Temperaturas médias (°C)</b>		<b>Precipitação (mm)</b>
	<b>Máxima</b>	<b>Mínima</b>	
dez/19	32,87	21,14	200
jan/20	32,74	21,19	210
fev/20	31,70	21,28	260

Fonte: AGROCLIMA FARON- (2021).

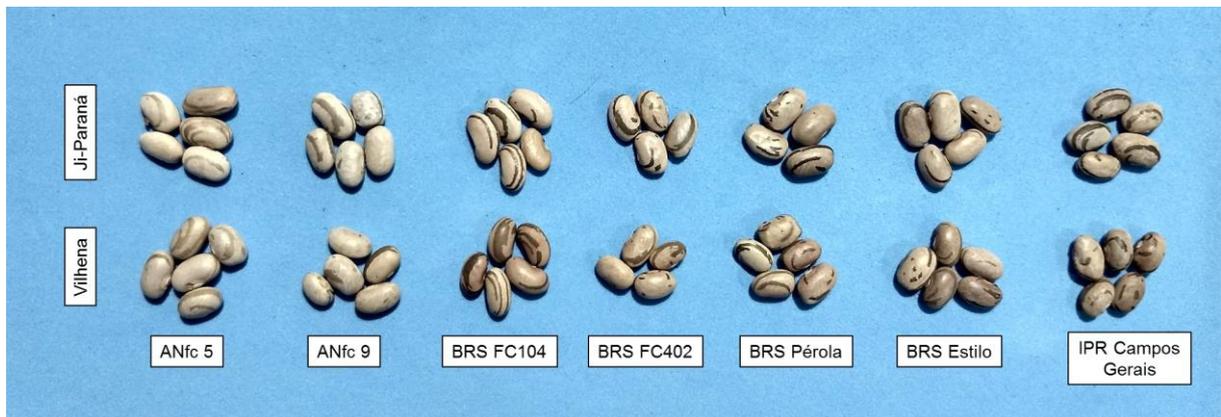
**Tabela 3.** Variáveis climáticas em Vilhena-RO na safra 2019/20.

Período	Temperaturas médias (°C)		Precipitação (mm)
	Máxima	Mínima	
dez/19	30,53	21,18	220
jan/20	30,29	20,49	240
fev/20	29,72	20,79	280

Fonte: AGROCLIMA FARON- (2021).

Os grãos foram colhidos com umidade de 16,6% a 28,3. A colheita foi realizada em escala devido às diferenças de ciclo e de grau de maturidade. A colheita dos materiais foi realizada manualmente, fazendo-se trilhagem com trilhadeira de parcelas. Após a colheita os grãos foram encaminhados imediatamente para laboratório de classificação da Industria Rical. Todos os grãos foram secos em secador estacionário, escala piloto, até umidade de aproximadamente 14%, após foi realizada a classificação dos grãos conforme IN nº12 de 28 de Março de 2008 do Ministério da Agricultura e enviados para o laboratório LABGRÃOS.

Na Figura 4 estão apresentadas amostras das cultivares utilizadas no estudo e colhidas nos diferentes municípios da pesquisa.



**Figura 4.** Grãos das diferentes cultivares utilizadas no estudo, obtidos de parcelas dos dois municípios de produção.

### 3.2. Métodos

Para a avaliação de produtividade foram colhidas 3 repetições com 3 linhas de 10 metros de cada parcela.

O tempo de cocção foi determinado segundo o método proposto por Mattson (1946) e alterado por Burr, Kon e Morris (1968), com adaptações. No equipamento de Mattson, com 25 hastes, foram colocados 25 grãos uniformes e inteiros previamente embebidos em 80 mL de água destilada, por 16 horas, a 25 °C. Cada haste apresenta comprimento de 210 mm e massa de 89 gramas, possuindo, na extremidade, uma ponta afunilada com 2,05 mm de diâmetro e comprimento de 9 mm, para a penetração no grão em análise. O equipamento com os grãos foi colocado em Becker de 2000 mL, contendo 400 mL de água destilada, fervendo em chapa elétrica. O tempo de cocção das amostras passou a ser cronometrado após a água atingir a temperatura de 90 °C. O tempo de cocção foi finalizado pela queda da 13ª haste, o que representa mais de 50% dos grãos, e os resultados foram expressos em minutos.

O perfil colorimétrico foi avaliado em colorímetro (Minolta, modelo CR-310, Osaka, Japão), que faz a leitura de cores num sistema tridimensional, avaliando a cor em três eixos, onde o eixo L\* avalia a amostra do preto ao branco, o eixo a\* da cor verde ao vermelho.

Os parâmetros avaliados para composição química foram proteína bruta e cinzas, determinados de acordo com metodologias descritas pela AOAC (2006).

A extração de compostos fenólicos solúveis (livres) e insolúveis (complexados ou ligados) foi realizada de acordo com o método descrito por Qiu, Liu e Beta, (2010), com modificações. A farinha de feijão (2g) foi extraída duas vezes com metanol 80%, na proporção de 1:10 (m/v). Para cada vez, a mistura foi mantida em um agitador mecânico durante 1 hora a 150rpm à temperatura ambiente. Após centrifugação a 4000 rpm (1430g) durante 5 minutos, os sobrenadantes obtidos a partir de cada extração foram combinados e concentrados usando rotaevaporador rotativo a 35°C. O extrato metanólico seco foi novamente dissolvido em 20mL de metanol a 50% e utilizado como extrato bruto para a quantificação de compostos fenólicos solúveis totais. O resíduo obtido a partir de extração foi lavado com 40 mL de água destilada para eliminar o solvente orgânico, e em seguida filtrado através de um papel de filtro Whatman No. 1. Depois de secagem em capela, à temperatura ambiente, o resíduo seco foi mantido num recipiente selado a 4°C antes de ser submetido a hidrólise alcalina. O resíduo remanescente do processo de extração foi

hidrolisado separadamente com 40mL de NaOH 4M em agitador durante 4 horas. Depois da digestão, a solução foi ajustada para um pH de 1,5-2,0 com HCl 6M e logo após foi feita a extração com 70mL de acetato de etila por três vezes. As frações de acetato de etila foram combinadas e evaporadas em rotaevaporador rotativo a 35°C e reconstituídas em 5mL de metanol a 50%, constituindo o extrato fenólico insolúvel total (complexados).

O método utilizado para avaliação dos compostos fenólicos totais foi o de Folin Ciocalteu (SINGLETON et al., 1999). 0,3 mL do extrato foram adicionados a um tubo de ensaio contendo 0,7 mL de água destilada e 0,5 mL do reagente Folin Ciocalteu. Após agitação, aguardou-se por 8 minutos e adicionou-se 2,5 mL de solução de carbonato de sódio 20%, agitando-se novamente. Os tubos foram deixados no escuro por 40 minutos, a temperatura ambiente, para reagir e depois as soluções foram analisadas em comprimento de onda a 765 nm. Foi utilizado ácido gálico como padrão e os resultados foram expressos em grama equivalente de ácido gálico por 100 gramas de amostra

### **3.3. Análise estatística**

Os dados foram analisados quanto a sua normalidade e homocedasticidade, submetidos à análise de variância e, posteriormente, efeitos das cultivares foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância enquanto a comparação de médias dos locais de produção foi realizada pelo teste *t* de Student, também a 5% de significância.

## **4. Resultados e discussão**

### **4.1. Produtividade e classificação dos grãos colhidos**

Os resultados obtidos para produtividade das cultivares de feijões nos municípios Ji-Paraná e Vilhena estão apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Produtividade de feijão carioca de diferentes cultivares produzidas em Ji-Paraná e em Vilhena.

Cultivares	Produtividade (sacos/ha)	
	Ji-Paraná	Vilhena
ANfc 5	4,99 B *	39,97 AB
ANfc 9	17,72 A *	42,83 AB
BRS FC104	20,19 A *	44,05 A
BRS FC402	17,54 A *	36,17 B
BRS Pérola	9,93 AB *	38,50 AB
BRS Estilo	10,42 AB *	35,57 B
IPR Campos Gerais	18,63 A *	35,82 B

\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* ou ns na mesma linha representam significância e não significância entre médias de amostras produzidas em Ji-Paraná e em Vilhena, para a mesma cultivar, pelo teste *t* de Student a 5% de probabilidade de erro.

Comparando as cultivares produzidas no município de Ji-Paraná, a produtividade variou de 4,99 (ANfc 5) a 20,19 (BRS FC105) sacos/ha. Não foi observada diferença estatística entre as cultivares, exceto para ANfc 5 que apresentou menor produtividade do que as cultivares ANfc 9, BRS FC104, BRS FC402 e IPR Campos Gerais (Tabela 4).

A menor produtividade da cultivar ANfc 5 se deve à alta incidência de doenças durante a etapa de produção. Segundo ROCHA et al. (2015), dentre os diversos problemas que acometem a cultura do feijoeiro, as doenças têm importância fundamental, pois causam perdas significativas quando não controladas em tempo hábil.

Em Vilhena a produtividade das cultivares foi maior em relação à Ji-Paraná, variando de 35,57 sacos/ha (BRS Estilo) a 44,05 sacos/ha (BRS FC 104). Nesse local as cultivares BRS FC402, BRS Estilo e IPR Campos Gerais apresentaram menores valores de produtividade quando comparadas à cultivar BRS FC104 (Tabela 4). Em estudo realizado por Viana (2017), conduzido no município de Ceres, Goiás, a cultivar BRS Estilo apresentou produtividade de 31,6 sacos/ha, valor esse semelhante ao observado no presente estudo.

A cultivar BRS FC104, cultivada em Vilhena, se destacou entre a cultivares por obter maior produtividade quando comparada as demais cultivares tanto em Vilhena quanto em Ji-Paraná (Tabela 4). Silva (2018), em seu estudo, relatou produtividade média de 49,2 sacos/ha para a cultivar BRS FC104, quando produzida no município de Rio Verde, Goiás.

Em relação à classificação de defeitos dos grãos logo após a colheita e secagem, observou-se que todas as cultivares tiveram a classificação dentro do padrão para feijão Tipo 1 conforme especificações da IN n° 12 de 28 de março de 2008.

#### 4.2. Proteínas e cinzas

Os teores de proteína e cinzas das diferentes cultivares estudadas estão apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Teores de proteína bruta e de cinzas de feijão carioca de diferentes cultivares produzidas em Ji-Paraná e em Vilhena.

Cultivares	Proteínas (% base úmida)	
	Ji-Paraná	Vilhena
ANfc 5	24,12 C <sup>ns</sup>	24,75 A
ANfc 9	28,67 A <sup>ns</sup>	25,70 A
BRS FC104	22,91 C <sup>*</sup>	25,05 A
BRS FC402	24,94 BC <sup>ns</sup>	24,61 AB
BRS Pérola	27,19 A <sup>*</sup>	22,99 AB
BRS Estilo	26,54 AB <sup>*</sup>	21,45 B
IPR Campos Gerais	27,42 A <sup>ns</sup>	25,77 A
Cultivares	Cinzas (% base úmida)	
	Ji-Paraná	Vilhena
ANfc 5	4,45 AB <sup>ns</sup>	4,25 A
ANfc 9	4,86 A <sup>ns</sup>	4,52 A
BRS FC104	4,67 AB <sup>ns</sup>	4,54 A
BRS FC402	4,31 B <sup>ns</sup>	4,17 A
BRS Pérola	4,77 A <sup>*</sup>	4,29 A
BRS Estilo	4,24 B <sup>ns</sup>	4,92 A
IPR Campos Gerais	4,68 AB <sup>ns</sup>	4,26 A

\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* ou ns na mesma linha representam significância e não significância entre médias de amostras produzidas em Ji-Paraná e em Vilhena, para a mesma cultivar, pelo teste *t* de Student a 5% de probabilidade de erro.

Os teores de proteínas encontrados para as diferentes cultivares de feijão carioca e considerando ambos os municípios variaram entre 21,45 a 28,67% (Tabela 5). Grãos das cultivares BRS Pérola e BRS Estilo apresentaram maior teor proteico quando produzidas em Ji-Paraná enquanto que grãos da cultivar BRS FC104

apresentaram maior teor proteico quando produzidos em Vilhena. As médias mais altas para teor de proteína bruta dentre as cultivares produzidas na localidade de Ji-Paraná foram ANfc 9, BRS Pérola, BRS Estilo e IPR Campos Gerais. Já para a localidade de Vilhena ampla maioria das cultivares apresentou teor de proteínas semelhante estatisticamente. A diferença foi a cultivar BRS Estilo, com 21,45% de proteína bruta, valor esse estatisticamente semelhante às cultivares BRS Pérola e BRS FC402 e diferente das demais.

O teor mais baixo de proteínas observado para a cultivar BRS Estilo também foi relatado por Vanier (2012). O autor reportou teor de 21,07% para essa cultivar. Em estudo realizado por Brigide e Canniatti-Brazaca (2006), os autores encontraram para feijão carioca cru, em base seca, 27,4% de proteínas. De acordo com o USDA (2020), o valor de proteínas para feijão carioca crus é de 21,42%, onde estes valores estão próximos ao determinado neste estudo.

Em relação ao teor de cinzas, de acordo com Barampama e Simard (1993), os teores de cinzas no feijão comum variam de 3,8 a 4,5%. Já Esteves (2000) encontrou valores de cinzas variando entre 3,98 e 4,47% entre diferentes linhagens de feijão. Ramírez-Cárdenas, Leonel e Costa (2008), ao avaliarem os teores de cinzas em cinco cultivares de feijão (Ouro Branco, Diamante Negro, BRS Radiante, Pérola e Talismã), obtiveram resultados variando de 3,36 a 4,22%. Os resultados observados na Tabela 5 são semelhantes aos relatos da literatura.

A cultivar BRS Pérola foi a única dentre as estudadas que apresentou maior teor de cinzas nos grãos produzidos em Ji-Paraná, comparados aos grãos produzidos em Vilhena. As demais cultivares não apresentaram diferença estatística entre as localidades. Para o município de Vilhena, não foi observada diferença entre as cultivares para a variável teor de cinzas.

Para os feijões produzidos em Ji-Paraná, as cultivares ANfc 9 e BRS Pérola foram aquelas que apresentaram as maiores médias para o teor de cinzas, sem diferirem estatisticamente das cultivares ANfc 5, BRS FC402 e IPR Campos Gerais (Tabela 5). Quanto maior o teor de cinzas, maior a quantidade de resíduo inorgânico, constituído principalmente por minerais.

### 4.3. Luminosidade (L\*) e valor de a\* da análise colorimétrica dos feijões

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados dos eixos de luminosidade (L\*) e a\* da análise do perfil colorimétrico das cultivares de feijão estudadas, produzidas nos municípios de Ji-Paraná e Vilhena.

**Tabela 6.** Valores de luminosidade (L\*) e a\* de feijão carioca de diferentes cultivares produzidas em Ji-Paraná e em Vilhena.

Cultivares	Luminosidade	
	Ji-Paraná	Vilhena
ANfc 5	54,86 ± 1,43 AB *	53,21 ± 1,28 A
ANfc 9	57,46 ± 2,62 A*	52,25 ± 3,83 AB
BRS FC104	53,97 ± 2,01B*	48,74 ± 4,69 BC
BRS FC402	53,78 ± 2,42 B <sup>ns</sup>	52,55 ± 3,03 AB
BRS Pérola	52,30 ± 3,27 B <sup>ns</sup>	48,97 ± 3,78 ABC
BRS Estilo	55,02 ± 2,33 AB *	46,37 ± 2,15 C
IPR Campos Gerais	51,97 ± 2,66 B *	47,67 ± 2,72 C

Cultivares	Valor a*	
	Ji-Paraná	Vilhena
ANfc 5	5,09 ± 0,37 C <sup>ns</sup>	4,84 ± 0,35 D
ANfc 9	3,56 ± 0,40 D <sup>ns</sup>	3,82 ± 0,37 E
BRS FC104	6,25 ± 0,41 A <sup>ns</sup>	6,61 ± 0,75 AB
BRS FC402	5,79 ± 0,59 AB <sup>ns</sup>	5,39 ± 0,38 CD
BRS Pérola	5,73 ± 0,61 ABC <sup>ns</sup>	5,99 ± 0,40 BC
BRS Estilo	6,26 ± 0,58 A *	7,21 ± 0,42 A
IPR Campos Gerais	5,17 ± 0,54 BC *	6,07 ± 048 B

\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* ou ns na mesma linha representam significância e não significância entre médias de amostras produzidas em Ji-Paraná e em Vilhena, para a mesma cultivar, pelo teste t de Student a 5% de probabilidade de erro.

Quanto à coloração dos grãos de feijão carioca, a aceitação de mercado leva em consideração o aspecto visual, uma vez que grãos claros são relacionados, pelos consumidores, a grãos recém-colhidos e de rápido cozimento. Para isso foi utilizada a variável luminosidade (L\*). Segundo Laderoza et al. (1989), o parâmetro L\* é um bom indicativo da coloração do tegumento de grãos.

Os valores de luminosidade dos feijões variaram de 46,37 (BRS Estilo em Vilhena) a 57,46 (ANfc 9 em Ji-Paraná) (Tabela 6). Segundo RIBEIRO et al. (2008), a determinação do valor de L\* é uma medida que pode ser útil em um programa de

melhoramento, pois é uma característica que apresenta efeito genético. RIBEIRO et al. (2003) e SILVA et al. (2009) relataram que cultivares de feijão com valores de  $L^*$  superiores a 53 alcançam maior valorização de mercado.

Para o município de Ji-Paraná, a cultivar ANfc 9 apresentou a maior média de  $L^*$ , sem diferir estatisticamente das cultivares ANfc 5 e BRS Estilo (Tabela 6). As cultivares ANfc 5 e ANfc 9 também apresentaram alta luminosidade quando produzidas em Vilhena.

Em geral, as cultivares de Ji-Paraná apresentaram maior valor de  $L^*$  quando comparadas às cultivares de Vilhena (Tabela 6). Essas diferenças se devem principalmente ao maior tempo de exposição das cultivares aos fatores ambientais e até mesmo pela colheita.

Segundo Elsadr (2011), o tegumento de feijão escurece no campo em função da luz direta do sol e do calor que penetra através das vagens. Para Junk-Kinievel et al. (2007), além da alta luminosidade, a alta umidade relativa também tende a deixar os grãos mais escuros.

Outro parâmetro importante para quantificar as alterações de cor nos grãos de feijão é o valor  $a^*$ , que mede as alterações de cor do verde ao vermelho, ou seja, quanto maior o valor  $a^*$ , mais vermelho estão os grãos e quanto menor o valor  $a^*$ , mais verde estão os grãos. Observa-se na avaliação do valor  $a^*$  que para o município de Ji-Paraná a cultivar ANfc 9 obteve diferença estatísticas das demais cultivares com o menor valor de  $a^*$  3,56 e as cultivares BRS FC104 e BRS Estilo tem o maior valor de  $a^*$  6,25 e 6,26. Vanier (2012) encontrou valor próximo a este para a cultivar BRS Estilo ( $a^* = 5,11$ ). Para o município de Vilhena a cultivar ANfc 9 apresentou o menor valor de  $a^*$  (3,82).

Relacionando os valores de  $L^*$  e  $a^*$  e notável que a cultivar ANfc 9 tem a cor do tegumento mais clara em relação as demais cultivares avaliadas.

#### **4.4. Tempo de cocção**

O tempo de cocção, ao se comparar todos os feijões analisados, variou de 17,88 a 22,75min (Tabela 7). Ao se avaliar os feijões produzidos no município de Ji-Paraná, os menores tempos de cocção foram observados para as cultivares ANfc 5, BRS Estilo e IPR Campos Gerais, os quais não diferiram estatisticamente entre si e quando comparados aos cultivares ANfc 9, BRS FC402 e BRS Pérola. No caso dos

grãos produzidos em Vilhena observa-se que o menor tempo de 17,88min foi determinado nos grãos da cultivar BRS FC402.

**Tabela 7.** Tempo de cocção de feijão carioca de diferentes cultivares produzidas em Ji-Paraná e em Vilhena.

Cultivares	Tempo de cocção	
	Ji-Paraná	Vilhena
ANfc 5	19,41 ± 0,41 B *	20,43 ± 0,80 B
ANfc 9	20,33 ± 0,08 AB *	21,05 ± 0,26 AB
BRS FC104	21,03 ± 0,33 A <sup>ns</sup>	19,88 ± 0,19 B
BRS FC402	20,59 ± 0,24 AB *	17,88 ± 0,09 C
BRS Pérola	20,64 ± 1,09 AB <sup>ns</sup>	22,75 ± 1,53 A
BRS Estilo	19,43 ± 0,27 B *	22,68 ± 0,32 AB
IPR Campos Gerais	19,43 ± 0,38 B <sup>ns</sup>	20,30 ± 0,13 B

\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* ou ns na mesma linha representam significância e não significância entre médias de amostras produzidas em Ji-Paraná e em Vilhena, para a mesma cultivar, pelo teste t de Student a 5% de probabilidade de erro.

Os feijões das cultivares ANfc 5, ANfc 9 e BRS Estilo apresentaram menor tempo de cocção quando produzidos em Ji-Paraná; por outro lado, feijões da cultivar BRS FC402 apresentaram menor tempo quando produzidos em Vilhena. A localidade, portanto, influenciou no tempo de cocção dessas cultivares.

Segundo Rodrigues et al. (2015), para que os feijões apresentem uma boa aceitação comercial devem cozinhar em até 30 minutos. Os valores observados no presente trabalho são bem inferiores, haja vista se tratar e grãos analisados logo após colhidos.

A razão para o consumidor preferir grãos com baixo tempo para cocção está diretamente ligada à economia de energia e tempo para o preparo dos grãos, uma vez que a procura por alimentos de rápido preparo e maior praticidade tem se tornado cada vez maior (PERINA et al., 2014). Além disso, longos tempos de cocção podem alterar a estrutura dos grãos, em nível celular e, conseqüentemente, aumentar a perda de nutrientes dos grãos para o caldo.

As cultivares de feijão podem se diferenciar uma das outras no tempo de cocção pela dificuldade de absorção de água pelos grãos durante o processo de hidratação e cocção, acarretando em elevados tempos de cocção, reduzindo a palatabilidade, aceitabilidade e valor comercial (NASAR-ABBAS et al., 2008; NJOROGUE et al., 2014).

A cor do tegumento dos grãos de feijão é, de fato, um indicativo do que o produto terá um processo de cocção maior, ou menor. Cultivares com cor de tegumento mais escuro tem maior tempo de cocção. Durante o armazenamento, os compostos presentes na casca (tegumento) do grão podem sofrer oxidação ou outras mudanças químicas que formam novos compostos, o que altera sua cor. As causas derivam de uma combinação de ambiente, genética e alterações químicas que ocorrem dentro do tegumento. O escurecimento é acelerado pela exposição à luz e altas temperatura e umidade durante o armazenamento.

#### **4.5. Compostos fenólicos livres e complexados**

O teor de compostos fenólicos presentes nas formas livre e complexada para os feijões estudados está apresentado na Tabela 8. Os compostos fenólicos são classificados em dois grupos, os fenólicos solúveis/livres e os fenólicos insolúveis/complexados. Os solúveis/livres são os compostos fenólicos de baixo e intermediário peso molecular que podem ser extraídos com solventes orgânicos. Já os insolúveis/complexados são os fenólicos de alto peso molecular ou aqueles que estão ligados às fibras e proteínas, constituindo o resíduo da extração orgânica dos fenólicos (PÉREZ-JIMÉNEZ e SAURA-CALIXTO, 2005).

**Tabela 8.** Teores de fenóis livres e ligados de feijão carioca de diferentes cultivares produzidas em Ji-Paraná e em Vilhena.

Cultivares	Fenólicos livres (mg EAG/g)	
	Ji-Paraná	Vilhena
ANfc 5	13,19 BC *	12,14 C
ANfc 9	8,51 E <sup>ns</sup>	7,29 D
BRS FC104	16,56 A <sup>ns</sup>	16,70 A
BRS FC402	10,15 DE *	14,22 B
BRS Pérola	11,42 CD <sup>ns</sup>	11,71 C
BRS Estilo	15,15 AB *	11,18 C
IPR Campos Gerais	12,67 C *	10,40 C
Cultivares	Fenólicos ligados (mg EAG/g)	
	Ji-Paraná	Vilhena
ANfc 5	1,19 DE <sup>ns</sup>	1,31 D
ANfc 9	1,31 CDE <sup>ns</sup>	1,37 CD
BRS FC104	3,19 A *	2,29 B
BRS FC402	2,21 B *	1,32 D
BRS Pérola	1,55 CD *	3,17 A
BRS Estilo	0,89 E <sup>ns</sup>	1,82 C
IPR Campos Gerais	1,83 BC <sup>ns</sup>	1,35 CD

\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* ou ns na mesma linha representam significância e não significância entre médias de amostras produzidas em Ji-Paraná e em Vilhena, para a mesma cultivar, pelo teste *t* de Student a 5% de probabilidade de erro. EAG = equivalentes de ácido gálico.

De forma geral, o teor de compostos fenólicos solúveis foi de 5 a 15 vezes maior do que o teor de compostos fenólicos insolúveis, variando conforme cultivar e município de produção. A cultivar BRS FC104 apresentou o maior teor de compostos fenólicos livres dentre os materiais oriundos de Vilhena. Essa mesma cultivar foi a que apresentou maior valor de compostos fenólicos livres para os grãos produzidos em Ji-Paraná, mas sem diferir estatisticamente da cultivar BRS Estilo nessa localidade.

A cultivar BRS FC104 apresentou o mais alto teor de compostos fenólicos ligados dentre as cultivares produzidas em Ji-Paraná e o segundo mais alto teor desses compostos dentre as cultivares produzidas em Vilhena.

Grãos das cultivares ANfc 5, BRS Estilo e IPR Campos Gerais apresentaram maior teor de compostos fenólicos livres quando produzidos em Ji-Paraná. Já os grãos da cultivar BRS FC402 apresentaram comportamento oposto, com maior teor de compostos fenólicos livres quando produzidos em Vilhena. Os grãos das cultivares ANfc 9, BRS FC104 e BRS Pérola apresentaram teor de compostos

fenólicos livres semelhantes entre as localidades estudadas. Para a variável compostos fenólicos ligados houve diferença entre as localidades para as cultivares BRS FC104, BRS FC402 e BRS Pérola.

Xu e Chang (2007) encontraram em feijões crus de 1,28 a 6,89 mg EAG/g, dependendo da variedade, origem, localização, clima, condições ambientais e tipo de solo onde são cultivados. Em feijões brancos o teor médio de compostos fenólicos é de 2,3 mg/g, enquanto nas sementes marrons é de 7,8 mg/g, nas pretas é de 6,6 mg/g e nas vermelhas de 12,6 mg/g (GODOY, 2007; BRESSANI, 1993). Garcia et al. (1989) relataram que os compostos fenólicos estão associados ao fenômeno *hard-to-cook*, que é um processo complexo e, entre outros fatores, compostos fenólicos se associam com a fração pécica solúvel.

## 5. Considerações finais

Os grãos produzidos no município de Vilhena apresentaram maiores níveis de produtividade do que os grãos produzidos em Ji-Paraná.

O teor de proteínas e compostos fenólicos do feijão carioca variou entre as cultivares e entre as regiões produtoras. Para a variável cinzas não houve variação entre as cultivares para os grãos oriundos do município de Vilhena.

Os grãos de feijão cultivados em Vilhena apresentaram coloração mais escura, com menor valor de luminosidade ( $L^*$ ), à exceção das cultivares BRS FC402 e BRS Pérola, que apresentaram luminosidade semelhante comparando-se os dois municípios de produção.

A cultivar ANfc 9 destacou-se no valor de  $a^*$  para ambas as localidades estudadas, com o menor valor, indicando grãos de tegumento extremamente claro comparado aos demais.

A cultivar BRS FC402, quando produzida em Vilhena, apresentou o tempo de cocção mais baixo, fato que recomenda sua escolha e segregação pensando em grãos recém colhidos de alta qualidade na cocção.

A cultivar que possui as características de melhor aceitação para o consumidor final e para a indústria é a ANfc 9, pois atende padrões de cor e produção. Sendo assim se torna viável recomendar para a indústria Rical.

Não fosse a pandemia da covid-19, análises adicionais como teor de sólidos solúveis, avaliação sensorial e atividade antioxidante dos extratos fenólicos teriam sido realizadas.

## Referências

AGUILERA, Y.; DUEÑAS, M.; ESTRELLA, I.; HERNÁNDEZ, T.; BENITEZ, V.; ESTEBAN, R.M.; MARTÍN-CABREJAS, M.A. Evaluation of phenolic profile and antioxidant properties of pardina lentil as affected by industrial dehydration. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 58, n. 18, p. 10101-10108. 2010

AGUILERA, Y.; ESTRELLA, I.; BENITEZ, V.; ESTEBAN, R.M.; MARTÍN-CABREJAS, M.A. Bioactive phenolic compounds and functional properties of dehydration bean flours. *Food Research International*, v. 44, p. 774-780. 2011

ANTON, A.A.; ROSS, K.A.; BETA, T.; FULCHER, R.G.; ARNTFIELD, S.D. Effect of pre-dehulling treatments on some nutritional and physical properties of navy and pinto beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *LWT - Food Science and Technology*, v. 41, p. 77-778. 2008

APARICIO-FERNANDEZ, X.; YOUSEF, G. G.; LOARCA-PINA, G.; MEJIA, E.; LILA, M. A. Characterization of polyphenolics in the seed coat of Black jamapa bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 53, p. 4615-4622, 2005.

ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Ed.). *Cultura do feijoeiro no Brasil*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. 786p

BARAMPAMA, Z.; SIMARD, R. E. Nutrient composition, protein quality and antinutritional factors of some varieties of dry beans (*Phaseolus vulgaris*, L.) grown in Burundi. *Food Chemistry*, Oxford, v. 47, n. 2, p. 15-67, 1993.

BASSINELO, P. Z.; COBUCCI, R. M. A.; ULHÔA, V. G.; MELO, L. C., PELOSO, M. J. D. Aceitabilidade de três cultivares de feijão comum. *Comunicado Técnico Embrapa Arroz e Feijão*, Santo Antônio de Goiás, n. 66, p. 6, 2008.

BENINGER, C.W. HOSFIELD, G.L. Antioxidant activity of extract, condensed tannin fractions, and pure flavonoids from *Phaseolus vulgaris* L. seed coat color genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 51, p. 7879-7883, 2003.

BRACKMANN, A.B.; NEUWALD A. D.; RIBEIRO, N.D.; FREITAS, S. T. Conservação de três genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo carioca em armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.32, n.6, p.911-5, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anexo IV. Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) para a inscrição no registro nacional de cultivares – RNC, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 10 mar. 2021.

BRESSANI, R. et al. Evaluación de dos métodos para establecer el contenido de polifenoles en frijol crudo y cocido, y efecto que estos provocan en la digestibilidad de la proteína. **Arch. Latinoam. Nutr.**, Venezuela, v. XLI, n. 4, p. 570-583, 1991

BRESSANI, R. Grain quality of common beans. *Food Reviews International*, New York, v. 9, p.237 - 297, 1993

BRESSANI, R. Revision sobre la calidad del grano de frijol. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, Guatemala, v.39, p.419-442, 1989.

BRIGIDE, P.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SILVA, M. O. Nutritional characteristics of biofortified common beans. *Food Science and Technology*, v. 34, n. 3, p. 493-500, 2006.

Broughton WJ, Hernandez G, Blair M, Beebe S, Gepts P, Venderleyden J (2003) Bean (*Phaseolus* spp) - model food legumes. *Plant and Soil* 252: 55-128

BULISANI, E. A.; ALMEIDA, L. D. A.; ROSTON, A. J. A cultura do feijoeiro no Estado de São Paulo. In: BULISANI, E. A. Feijão: fatores de produção e qualidade. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 29-88.

CARBONELL, S. A.; CARVALHO, C. R. L.; PEREIRA, V. R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. *Bragantia*, Campinas, v. 62, n. 3, p. 369-379, 2003.

CARNEIRO, J. C. S.; MINIM, V. P. R.; SOUZA JUNIOR, M. M.; CARNEIRO, J. E. S.; ARAÚJO, G. A. A. Perfil sensorial e aceitabilidade de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 25, n. 1, p. 18-24, 2005.

CARNEIRO, P. C. S. Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento. 1998. 168 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

CAZETTA, J.O.; KANESHIRO, M.A.B.; FALEIROS, R.R.S.; DURIGAN, J.F. Comparação de aspectos químicos e tecnológicos de grãos verdes e maduros de guandu com os de feijão e ervilha. *Alimentos e Nutrição*, São Paulo, v.6, p.39-53, 1995.

CHEN, P.X.; BOZZO, G.G.; FREIXAS-COUTIN, J.A.; MARCONE, M.F.; PAULS, P.K.; TANG, Y.; ZHANG, B.; LIU, R.; TSAO, R. Free and conjugated phenolic compounds and their antioxidant activities in regular- and non-darkening cranberry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) seed coats. *Journal of Functional Foods*, v. 18, p. 1047-1056. 2015a

CHIORATO, A.F.; CARBONELL, S.A.M.; BOSETTI, F.; SASSERON, G.R.; LOPES, R.L.T.; AZEVEDO, C.V.G. Common bean genotypes for agronomic and market-related traits in VCU trials. *Scientia Agricola*, v.71, p. 34-40, 2015

CORTE, A. D.; MODA-CIRINO, V.; SCHOLZ, M. B. S.; DESTRO, D. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Londrina, v. 3, n. 3, p. 193-203, 2003.

DURIGAN, J.F. Influência do tempo e das condições de estocagem sobre as propriedades químicas, físico-mecânicas e nutricionais do feijão **mulatinho** (*Phaseolus vulgaris* L.). Campinas, 1979. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade de Campinas, Campinas, 1979.

ELSADR, H. Characterization of post-harvest seed coat darkening and condensed tannins accumulation during seed coat development in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). 2011. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de Saskatchewan, Saskatoon, 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Rondônia. Cultivo do Feijoeiro Comum em Rondônia. Sistemas de Produção. Versão Eletrônica. 2005. Disponível em: . Acesso em: 16 de maio de 2021.

ESPINOSA-ALONSO, L.G.; LIGYN, A.; WIDHOLM, J.M.; VALVERDE, M.E.; PAREDESLOPEZ, O. Polyphenols in wild and weedy Mexican common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 54, n. 12, p. 4436-4444, 2006

ESTEVES, A. M. Comparação química e enzimática de seis linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Lavras - MG, 2000. 55 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Federal de Lavras

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. Estresses de água e temperatura na cultura de feijão. In: \_\_\_\_\_. Feijão irrigado: estratégias básicas de manejo. Piracicaba: ESALQ/USP, 1999. p. 155-169.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2020 International year of pulses; nutritious seeds for a sustainable future. Roma: Food and Agriculture Organization of The United Nations. 2020. Disponível em: <http://fao.org/pulses-2020/em/>. Acesso em: 02 abr. 2021.

GARCIA-LAFUENTE, A.; MORO, C.; MANCHÓN, N.; GONZALO-RUIZ, A.; VILARES, A.; GUILLAMÓN, E.; ROSTAGNO, M.; MATEO-VIVARACHO, L. In vitro anti-inflammatory activity of phenolic rich extracts from white and red common beans. *Food Chemistry*, v. 161, p. 216- 223, 2014

GARCIA-VELA, L.A.; STANLEY, D.W. Water-holding capacity in hard-to-cook beans (*P. vulgaris*): effect of pH and ionic strength. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 54, n. 4, p. 1080- 1081, 1989

GIESE, J. Color measurements in foods as a quality parameter. Food Technology, Chicago, v. 54, n. 2, p. 62-65, 2000

GODOY, P.B. Aspectos nutricionais de compostos fenólicos em ovinos alimentados com leguminosas forrageiras. 2007. 94f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GOYCOOLEA, F.; GONZÁLEZ, E.; BARRON, J. M. Efecto de los tratamientos caseros en las preparaciones de frijol pinto (*Phaseolus vulgaris*) sobre el contenido de taninos y valor nutritivo de las proteínas. Archivos Latino-Americanos de Nutrición, Guatemala, v. 15, n. 2, p. 263-273, 1990.

IADEROZA, M. et al. Atividade de polifenoxidase e alterações da cor e dos teores de taninos condensados em novas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L) durante o armazenamento. Coletanea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 19, n. 2, p. 154-164, 1989

JOURDAN, G. A.; NOREÑA, C. P. Z. ; BRANDELLI, A. Inactivation of trypsin inhibitor activity from Brazilian varieties of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Food Science and Technology International, v. 13, n. 195, p 195-198, 2007.

JUNK-KNIEVEL, D. C.; VANDENBERG, A.; BETT, K. E. An accelerated postharvest seedcoat darkening protocol for pinto beans grown across different environments. Crop Science, Madison, v. 47, p. 692-700, 2007

LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I.; MENEZES, E. W. Qualidade nutricional. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: POTAFOS, 1996.

LAM-SANCHEZ, A.; DURIGAN J.F.; CAMPOS, S.L.; SILVESTRE, S.R.; PEDROSO, P.A.C.; BANZATTO, D.A. Efeitos da época de semeadura sobre a composição química e características físico-químicas de grãos de *Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus angularis* (Wild) Wright e *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Alimentos e Nutrição, São Paulo, v.2, p. 35-44, 1990.

LÓPEZ, A.; EL-NAGGAR, T.; DUEÑAS, M.; ORTEGA, T.; ESTRELLA, I.; HERNÁNDEZ, T.; GÓMEZ-SERRANILLOS, M.P.; PALOMINO, O.M.; CARRETERO,

M.E. Effect of cooking and germination on phenolic composition and biological properties of dark beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Food Chemistry, v. 138, p. 547-555, 2013

MAHAN, L.K. Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia. 9. ed. São Paulo: Roca, 1998.

MARCO, K.; DALLACORT, R.; JÚNIOR, C. A. F.; FREITAS, P. S. L.; VILLELA, T. G. Aptidão Agroclimática e Características Agronômicas do Feijão-Comum Semeado na Safra das Águas em Tangará da Serra – MT. Enciclopédia Biosfera. Goiânia, v. 8, n. 15, p. 160, 2012.

MARIOT, E. J. Growth analysis of cv. Porrillo Sintetico (*Phaseolus vulgaris* L.): a report of results from studies conducted while a trainee in bean physiology. Cali: CIAT, 1976.

MARIOT, E.J. Ecofisiologia do Feijoeiro. In: IAPAR (Ed.). O feijão no Paraná. Londrina: IAPAR, 1989

MARLES, M. A. S.; VANDENBERG, A.; BETT, K. E. Polyphenol oxidase activity and differential accumulation of polyphenolics in seed coat of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) characterize postharvest color changes. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Easton, v. 56, p. 7049-7056, 2008.

MATTSON, S. The cookability of yellow beans. A colloid-chemical and biochemical study. Acta Agriculturae Scandinavica, v. 2, n. 1, p. 185-231, 1946.

MAYER, A. M. Polyphenol oxidases in plant and fungi: Going places? A review. Phytochemistry, New York, v. 67, p. 2318-2331, 2006.

MELO, L.C.; SANTOS, P.G.; FARIA, L.C.; DIAZ, J.L.C.; DEL PELOSO, M.J.; RAVA, C.A.; COSTA, J.G.C. Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, p.715-723, 2007.

MESQUITA, F. R.; CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P. de.; LIMA, R. A. Z.; ABREU, A. F. B. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e

digestibilidade protéica. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1114-1121, 2007.

MOURA, N. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Avaliação da disponibilidade de ferro de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em comparação com carne bovina. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, n. 2, p. 270-276, 2006.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, New York, v. 1054, n. 1-2, p. 95-111, 2004.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, European Geosciences Union, v. 11, n. 5, p.1633-1644, 2007.

PEREIRA, A. R.; PEREIRA, T. S.; RODRIGUES, Â. S.; ANDRADE, A. C. S. de. Morfologia de sementes e do desenvolvimento pós-seminal de espécies de Bromeliaceae. ***Acta botanica brasílica***, v. 22, n. 4, p. 1150-1162. 2008.

PERINA, E. F.; CARVALHO, C. R. L.; CHIORATO, A. F.; LOPES, RODRIGO L.; GONÇALVES, J. G. R.; CARBONELL, S. A. M. Technological quality of common bean grains obtained in different growing seasons. *Bragantia*, Campinas, v. 73, n. 1, p. 14-22, 2014.

PERINA, E.F. Produtividade e qualidade de grãos de genótipos de feijoeiro em diferentes condições edafoclimáticas do Estado de São Paulo. 2013. 99p. Tese (Doutorado) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; SANTOS, P.S.J. Interações genótipos x épocas de semeadura, anos e locais na avaliação de cultivares de feijão nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, v.22, p.176-181, 1998.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F. B.; CARNEIRO, J. E. Cultivares. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 25, n. 233, p. 21-32, 2004.

RAMÍREZ-CÁRDENAS, L.; LEONEL, A.J.; COSTA, N.M.B. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes

cultivares de feijão comum. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, v. 28, n. 1, p. 200-213, 200

RAMOS JUNIOR, E. U.; LEMOS, L. B.; SILVA, T. R. B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. *Bragantia*, v. 64, n. 1, p. 75-82, 2005

REYES-MORENO, C.; PAREDES-LÓPEZ, O. Hard-to-cook phenomenon in common beans - a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Abingdon, v. 33, n. 3, p. 227-286, 1993.

RIBEIRO, H. J. S. S.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H.; MIYAGUI, D. T. Propriedades físicas e químicas de feijão comum preto, cultivar Iapar 44, após envelhecimento acelerado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 25, jan./mar. 2005

RIBEIRO, N. D. Potencial de aumento da qualidade nutricional do feijão por melhoramento genético. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, n. 4, p. 1367-1376, 2010. Suplemento 1. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n4Sup1p1367>.

RIBEIRO, N. D.; LONDERO, P. M. G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; JOST, E.; POERSCH, N. L.; MALLAMANN, C. A. Composição de aminoácidos de cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1393-1399, 2007.

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

RIBEIRO, N.D.; POERSCH, N,L; ROSA, S.S. Períodos de semeadura e condições de armazenamento na qualidade de cozimento de grãos de feijão. *Ciência Rural*, v.38, p.936- 941, 2008

RIOS, A. O.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D. Efeitos da época de colheita e do tempo de armazenamento no escurecimento do tegumento de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 26, n. 3, p. 545-549, 2003.

ROCHA, V. P. C. et al. Adaptabilidade e estabilidade da característica produtividade de grãos dos grupos comerciais carioca e preto de feijão. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.31, n.1, p.39-54, jan./mar. 2015.

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

RODRIGUES, J. A.; RIBEIRO, N. D.; LONDERO, P. M. G.; FILHO, A. C.; GARCIA, D. C. Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento de cultivares de feijão. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 209-214, 2015.

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (Sedam). Boletim climatológico de Rondônia: ano 2019. Porto Velho: Sedam, 2020.

ROSSE, L. N.; VENCOVSKY, R. Modelo de regressão não-linear aplicado ao estudo da estabilidade fenotípica de genótipos de feijão no Estado do Paraná. *Bragantia*, v. 59, n. 1, p. 99-107, 2000.

SCHOLZ, M.B.S.; FONSECA JÚNIOR, N.S. Efeito de ambientes, dos genótipos e da interação genótipos x ambientes na qualidade tecnológica de feijão do grupo de cores no Estado do Paraná. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO FEIJÃO, VI, 1999, Goiânia, GO. *Anais...* Goiânia: EMBRAPA, 1999a. 880p. p.339-342.

SERRANO, J.; Goñi, I. Papel del frijol negro *Phaseolus vulgaris* en el estado nutricional de La población guatemalteca. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v. 54, p. 36-44, 2004.

SGARBIERI, V.C. Composição e valor nutritivo do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: BULISANI, E.A.(Coord.). **Feijão**: Fatores de produção e qualidade. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.257-316.

SHAHIDI, F.; YEO, J.D. Insoluble-bound phenolics in food. *Molecules- Open Access Journal*, v. 21, n.9, p.1216. 2016

SILVA JÚNIOR, Jair Leão, M.S. UniRV –. Estádios de aplicação e fontes de nitrogênio em cobertura na cultura do feijoeiro superprecoce irrigado. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 30, n. 1, p. 86-96, 2018.

SILVA, M. M. da et al. Physiological quality and seed storage of common bean grown in the north of Minas Gerais. *Revista Agro@mbiente On-line, Boa Vista*, v. 8, n. 1, p. 97-103, jan./abr. 2014.

SIQUEIRA, B. S. et al. Influence of storage on darkening and hardening of slow –and regular – carioca bean (*Phaseolus vulgaris L.*) genotypes. *Journal of Agricultural Studies, Cambridge*, v. 2, n. 2, p. 2166-0369, 2014.

TOLEDO, T. C. F.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Avaliação química e nutricional do feijão carioca (*Phaseolus vulgaris L.*) cozido por diferentes métodos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 48, n. 2, p. 355-360, 2008.

USDA. Common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) germplasm collection. United States Department of Agriculture: Agricultural Research Service, 2012. Disponível em: [www.ars.usda.gov/Main/site\\_main.htm?docid=9065](http://www.ars.usda.gov/Main/site_main.htm?docid=9065). Acesso em: 02 jul. 2021.

VANIER, N. L. Armazenamento de cultivares de feijão e seus efeitos na qualidade tecnológica dos grãos e nas propriedades do amido. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Agronomia - Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS. 2012.

VIANA, T.E.F. Aspecto produtivo da cultura do feijoeiro sob diferentes lâminas via pivô central. *Ciência Rural, Santa Maria*, v.32, n.6, p.911-5, 2017.

VIEIRA, C.; BORÉM, A.; RAMALHO, M. A. P.; CARNEIRO, J. E. S. Melhoramento do Feijão. In: BORÉM, A. (Ed.). *Melhoramento de espécies cultivadas*. 22. ed. Viçosa: Editora UFV, v. 1, cap. 9, p. 301-391, 2005.

WALLACE, D. H. et al. Photoperiod, temperature, and genotype interaction effects on days and nodes required for flowering of bean. *American Society for Horticultural Science Journal*, Alexandria, v. 116, n. 3, p. 534-543, 1991.

WANDER, A. E.; CHAVES, M. O. Consumo per capita de feijão no Brasil de 1998 a 2010: uma comparação entre consumo aparente e consumo domiciliar. CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 10., 2011, Goiânia. Anais... Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2011. 4 p. CONAFE.

WANG, Y.; ZHANG, X.; CHEN, G.; YU, J.; YANG, L.; GAO, Y. Antioxidant property and their free, soluble conjugate and insoluble-bound phenolic contents in selected beans. *Journal of Functional Foods*, v. 24, p. 359-372. 2016.

XU, B.; CHANG, S. K. C. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 72, n. 2, p. 159-166, 2007.

YEO, J.; SHAHIDI, F. effect of hydrothermal processing on changes of insoluble-bound phenolics of lentils. *Journal of Functional Foods*, 2017 (in press) <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2016.12.010>

YIN, S. W.; TANGA, C. H.; WENA, Q. B.; YANGA, X. Q.; YUANA, D. B. The relationships between physicochemical properties and conformational features of succinylated and acetylated kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) protein isolates. *Food Research International*, n. 43, p. 730-738, 2010.

YOKOYAMA, L. P.; STONE, L. F. Cultura do feijoeiro no Brasil: características da produção. Santo Antônio de Goiás APARICIO-FERNANDEZ, X.; YOUSEF, G. G.; LOARCA-PINA, G.; MEJIA, E.; LILA, M. A. Characterization of polyphenolics in the seed coat of Black jamapa bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 53, p. 4615-4622, 2005.

ZIMMERMANN, M. J. O. et al. Melhoramento genético e cultivares. In ARAUJO, S.R. et al. *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: Potafos, 1996. P 223-273.