



**Caracterização nutricional antes e após cozimento de vagens imaturas de genótipos de feijão-de-metro (*Vigna unguiculata* ssp. *sesquipedalis*)**

**Nutritional characterization before and after cooking yardlong bean genotypes pods (*Vigna unguiculata* ssp. *sesquipedalis*)**

**Caracterización nutricional antes y después de la cocción de vainas de frijól largo (*Vigna unguiculata* ssp. *sesquipedalis*)**

DOI: 10.55905/oelv23n2-129

Receipt of originals: 1/24/2025

Acceptance for publication: 2/20/2025

**Lisandra Maria da Silva Carvalho**

Mestre em Química

Instituição: Instituto Federal do Maranhão

Endereço: Zé Doca, Maranhão, Brasil

E-mail: lisandra.silva@ifma.edu.br

**Marcos Serra Luz**

Mestre em Alimentos e Nutrição

Instituição: Instituto Federal do Maranhão

Endereço: Zé Doca, Maranhão, Brasil

E-mail: marcos.luz@ifma.edu.br

**Luis José Duarte Franco**

Mestre em Ciência Animal

Instituição: Embrapa Meio-Norte

Endereço: Teresina, Piauí, Brasil

E-mail: luis.franco@embrapa.br

**Kaesel Jackson Damasceno-Silva**

Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas

Instituição: Embrapa Meio-Norte

Endereço: Teresina, Piauí, Brasil

E-mail: kaesel.damasceno@embrapa.br

**Maurisrael de Moura Rocha**

Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas

Instituição: Embrapa Meio-Norte

Endereço: Teresina, Piauí, Brasil

E-mail: maurisrael.rocha@embrapa.br

## RESUMO

O feijão-de-metro (*Vigna unguiculata* ssp. *sesquipedalis*) é um alimento bastante consumido em alguns estados da região Norte do Brasil, onde as suas vagens imaturas cozidas são utilizadas principalmente em saladas. No entanto, poucas são as informações na literatura sobre a qualidade nutricional das vagens cruas e nenhuma pesquisa sobre os teores de nutrientes após o cozimento. Este trabalho teve como objetivo caracterizar nutricionalmente as vagens imaturas de genótipos de feijão-de-metro, antes e pós cozimento. Foram avaliados cinco genótipos de feijão-de-metro, sendo duas linhagens (3943 e 3966) e três cultivares (BRS Raíra e BRS Lauré). A composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos) e o valor energético total (VET), foram determinados conforme metodologia da AOAC, enquanto o teor de fibra alimentar total (FAT), de forma indireta pelo teor de amido. As médias entre os genótipos foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) e, entre os tratamentos (cru vs cozido), pelo teste *t* de Student ( $p < 0,05$ ). As vagens imaturas cruas e cozidas dos genótipos de feijão-de-metro avaliados apresentam teores elevados de umidade, proteínas, carboidratos e VET, e baixos teores de cinzas e lipídios. O cozimento provoca aumento nos teores de umidade, lipídios e VET e diminuição no teor de cinzas, não afetando os teores de proteínas, carboidratos e FAT. As linhagens de feijão-de-metro 3944 e 3966 apresentam melhor perfil nutricional em termos de minerais (cinzas), proteínas, carboidratos, energia e fibra alimentar, com boa retenção dos nutrientes após o cozimento, constituindo-se em uma excelente opção para o mercado de feijão-vagem, tornando o seu consumo saudável para a população nordestina, podendo ser incluídos na dieta ou utilizadas em programas de combate à desnutrição.

**Palavras-chave:** Feijão Aspargo, Feijão Chicote, Qualidade Nutricional, Processamento Térmico.

## ABSTRACT

The yardlong bean (*Vigna unguiculata* ssp. *sesquipedalis*) is a widely consumed food in some states of the northern region of Brazil, where its cooked immature pods are used mainly in salads. However, there is little information in the literature about the nutritional quality of raw pods and no research on nutrient content after cooking. This study aimed to characterize immature pods of yardlong bean genotypes regarding proximate composition, total energy value (TEV) and total dietary fiber (TDF), before and after cooking. Five genotypes of yardlong bean were evaluated, two lines (3943 and 3966) and three cultivars (BRS Raíra and BRS Lauré). The centesimal composition (moisture, ash, proteins, lipids and carbohydrates) and TEV were determined according to the AOAC methodology, while TDF content was determined indirectly by the starch content. The means between genotypes were compared by Tukey's test ( $p < 0,05$ ) and, between treatments (raw vs. cooked), by Student's t-test ( $p < 0.05$ ). The raw and cooked immature pods of the evaluated genotypes of yardlong bean have high contents of moisture, protein, carbohydrates, TEV and TDF, and low contents of ash and lipids. Cooking causes an increase in the contents of moisture, lipids, and TEV and a decrease in the ash content, without affecting the contents of proteins, carbohydrates and TDF. The lines of yardlong bean 3943 and 3966 have a better nutritional profile in terms of minerals (ash), proteins,

carbohydrates, energy and dietary fiber, with good retention of nutrients after cooking, constituting an excellent option for the market of green bean, making their consumption sustainable for the population of Northeastern Brazil, and can be included in the diet or used in programs to combat malnutrition.

**Keywords:** Asparagus Bean, Whip Bean, Nutritional Quality, Thermal Processing.

## RESUMEN

El fríjol largo (*Vigna unguiculata* ssp. *sesquipedalis*) es un alimento muy consumido en algunos estados del norte de Brasil, donde sus vainas inmaduras cocidas se utilizan principalmente en ensaladas. Sin embargo, hay poca información en la literatura sobre la calidad nutricional de las vainas crudas y ninguna investigación sobre el contenido de nutrientes después de la cocción. Este estudio tuvo como objetivo caracterizar nutricionalmente las vainas inmaduras de genotipos de frijol largo, antes y después de su cocción. Se evaluaron cinco genotipos de frijol largo, dos líneas (3943 y 3966) y tres cultivares (BRS Raíra y BRS Lauré). La composición centesimal (humedad, cenizas, proteínas, lípidos y carbohidratos) y el valor energético total (VET) se determinaron según la metodología AOAC, mientras que el contenido de fibra dietética total (FDT) se determinó indirectamente a través del contenido de almidón. Las medias entre genotipos se compararon mediante la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) y, entre tratamientos (crudos vs cocidos), mediante la prueba *t* de Student ( $p < 0,05$ ). Las vainas inmaduras crudas y cocidas de los genotipos de frijol largo evaluados presentan altos niveles de humedad, proteínas, carbohidratos, VET y FDT, y bajos niveles de cenizas y lípidos. La cocción provoca un aumento del contenido de humedad, lípidos y VET y una disminución del contenido de cenizas, sin afectar el contenido de proteínas, carbohidratos y FDT. Las líneas de frijol largo 3943 y 3966 tienen un mejor perfil nutricional en cuanto a minerales (cenizas), proteínas, carbohidratos, energía y fibra dietética, con buena retención de nutrientes después de la cocción, constituyendo una excelente opción para el mercado y el consumo de fríjol vaina, facilitando su consumo saludable para la población del Nordeste de Brasil, y puede ser incluido en la dieta o utilizado en programas de combate a la desnutrición.

**Palabras clave:** Frijol Espárrago, Frijol Batido, Calidad Nutricional, Procesamiento Térmico.

## 1 INTRODUÇÃO

O feijão-de-metro (*Vigna unguiculata* ssp. *sesquipedalis*) é produzido, comercializado e consumo mais comumente no Brasil, nos estados do Amazonas e Pará. Cultura importante nesses estados, o feijão-de-metro é de fácil cultivo, devido a sua melhor adaptação em condições de clima quente e seco, baixa exigência hídrica e baixo

custo de produção. Cultivado principalmente em unidades de produção familiar, apresenta uma fonte significativa de emprego e renda. O seu consumo se faz no pleno desenvolvimento das vagens imaturas, por sua maciez e facilidade na cocção, sendo utilizada em substituição ao feijão-vagem, onde este é produzido nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (Kano *et al.*, 2018).

De acordo com alguns estudos, o feijão-de-metro é uma excelente e barata fonte de proteínas para a população, além de fornecer outros nutrientes como carboidratos complexos, gorduras, minerais e fibras. Estes nutrientes variam conforme o local de plantio, condições de desenvolvimento, ambiente e cultivar, podendo ser afetados durante o processamento. Dessa forma, essa hortaliça apresenta um papel nutricional importante na dieta alimentar, principalmente pelo seu teor de proteínas (29%, em média) (Carnib, 2017; Kano *et al.*, 2018).

O cozimento é um processo muito utilizado nas indústrias alimentícias como no consumo doméstico. Esse processo pode favorecer a perda de nutrientes, principalmente vitaminas e minerais ao longo do cozimento. De acordo com a cultivar e o tratamento térmico empregado, poderão ocorrer possíveis variações nos teores de nutrientes nos feijões (Silva *et al.*, 2016).

Pesquisas quanto a caracterização nutricional, principalmente a composição centesimal da vagem imatura do feijão-de-metro, são escassas na literatura, e nenhum estudo sobre o efeito do cozimento sobre os nutrientes foi encontrado, onde as pesquisas estão mais relacionadas às suas características agrônômicas. A deficiência de informações sobre as propriedades nutricionais das vagens imaturas do feijão-de-metro, tanto na sua forma crua, como cozida, torna um fator limitante ao uso dessa leguminosa na dieta pela população.

Com isso, faz-se necessário mais estudos com o intuito de caracterizar nutricionalmente a vagem imatura do feijão-de-metro, obtendo informações, e propagando o conhecimento para a população, face à importância de seu valor nutritivo. A caracterização nutricional do feijão-de-metro também subsidiará o melhoramento genético no desenvolvimento de novas cultivares mais adequadas ao cultivo em regiões ainda com pouca tradição de consumo, como a região Nordeste do Brasil. Diante do



exposto, este trabalho teve como objetivo caracterizar vagens imaturas de genótipos de feijão-de-metro quanto a sua composição centesimal e valor energético total, antes e a pós o cozimento.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 FEIJÃO-DE-METRO: ORIGEM E IMPORTÂNCIA SÓCIOECONÔMICA

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] é uma espécie anual tropical ou subtropical pertencente à família Fabaceae, cultivada para alimentação humana e animal como adubo verde, feno ou silagem (Kouakou *et al.*, 2022). É originária da África tropical, onde ainda ocorrem espécies selvagens, e acredita-se que sua domesticação tenha ocorrido no centro-oeste ou centro-sul da África, na região da Nigéria ao Zaire. A espécie *Vigna unguiculata* é classificada em cinco cultigrupos: Unguiculata, Sesquipedalis, Textilis, Biflora e Melanophtalmus, sendo também considerados como cinco subespécies. As subespécies Unguiculata e Sesquipedalis são as mais importantes, por serem as mais cultivadas (Pasquet, 2000)).

De acordo com evidências moleculares, a subespécie Sesquipedalis originou-se da subespécie Unguiculata, pela seleção natural, mas também devido a seleção artificial praticada pelo homem na Ásia em cultivares de Unguiculata visando o aumento do comprimento da vagem. Surgiu dessa forma, o feijão-de-metro (*Vigna unguiculata* ssp. *sesquipedalis*), também denominado de feijão-chicote, feijão de jarda, feijão aspargo, feijão longo da China, feijão cobra, entre outros (Pan *et al.*, 2023).

O feijão-de-metro é cultivado como hortaliça no sul da Ásia e no Extremo Oriente. A sua vagem imatura é caracterizada por vagens muito longas (30-90 cm de comprimento), com sementes geralmente de 8 a 12 mm de comprimento. Ao contrário de outras espécies de *Vigna*, que são cultivadas principalmente para sementes, o feijão-de-metro é cultivado principalmente para obter vagens crocantes e tenras que são consumidas frescas (imaturas) e cozidas. É considerada uma das hortaliças mais importantes em partes da Indonésia, Filipinas, Taiwan e China (Pandey *et al.*, 2020; Widaryati *et al.*, 2023).

As evidências indicam que o feijão-de-metro foi introduzido no Pará pelos imigrantes japoneses, que vieram para o estado no início do século XX (Rodrigues *et al.*, 2016). É muito consumido na região Norte do Brasil, principalmente no estado do Pará, onde é conhecido como feijão-verde. É comercializado em molhos de 15 a 20 vagens, que são colhidas em torno de 15 dias após a fecundação da flor. O consumo das vagens ocorre, principalmente, na forma de salada, todavia participa de diversos outros pratos da culinária paraense. É um importante gerador de emprego e renda, suprimindo uma cadeia produtiva que se estende desde o agricultor familiar, passando por outros atores da área do comércio, até chegar ao consumidor (Freire Filho *et al.*, 2022).

## 2.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO FEIJÃO-DE-METRO

A composição centesimal do feijão varia segundo o local de plantio, fatores ambientais, cultivar e grupo comercial, podendo também ser afetada durante o processamento (Bezerra *et al.*, 2019). Embora a composição centesimal seja bastante estudada no feijão-de-metro, muitos trabalhos foram realizados na semente; no entanto, na vagem imatura, mais utilizada e consumida, ainda são escassas as pesquisas, com as referências apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Composição centesimal e valor energético total (VET) da vagem imatura crua do feijão-de-metro observada na literatura, expressas em base úmida.

Referência	Umidade (g 100 g <sup>-1</sup> )	Cinzas (g 100 g <sup>-1</sup> )	Proteínas (g 100 g <sup>-1</sup> )	Lipídeos (g 100 g <sup>-1</sup> )	Carboidratos (g 100 g <sup>-1</sup> )	Fibra ali- mentar total (g 100 g <sup>-1</sup> )	VET (Kcal 100 g <sup>-1</sup> )
Quamruzzaman <i>et al.</i> (2022)	89,46	0,68	2,97	0,13	7,07	-	40,80
Choi <i>et al.</i> (2024a,b)	-	-	2,90 e 2,78	0,10 e 0,28	-	2,08 e 2,21	-
Freitas <i>et al.</i> (2022)	90,05	0,52	2,31	0,14	6,97	-	-
Widyawan <i>et al.</i> (2020)	-	-	4,00	-	-	11,06	-
USDA (2019)	87,80	0,60	2,80	0,40	8,35	-	47,00
Carnib (2017)	87,89	0,80	3,46	0,29	6,32	-	37,90
Hinge <i>et al.</i> (2015)	-	-	4,40	-	-	-	-
Engle (2008)	89,0	0,60	3,00	0,50	5,20	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024. (-) Dado não analisado no estudo.

Observa-se na vagem imatura crua de feijão-de-metro uma variação de 87,80 a 90,05 g 100 g<sup>-1</sup> para o teor de umidade; 0,52 a 0,80 g 100 g<sup>-1</sup> para o teor de cinzas; 2,31 a 4,40 g 100 g<sup>-1</sup> para o teor de proteínas; 0,10 a 0,50 g 100 g<sup>-1</sup> para o teor de lipídeos; 5,20 a 8,35 g 100 g<sup>-1</sup> para o teor de carboidratos; 2,08 a 11,06 g 100g<sup>-1</sup> para o teor de fibra alimentar total; e 37,90 a 47,00 kcal 100g<sup>-1</sup> para o valor energético total.

### 2.3 PROCESSAMENTO TÉRMICO EM FEIJÕES

A qualidade tecnológica do feijão é estabelecida pelo seu comportamento frente ao cozimento. Esse método utiliza calor para modificar características sensoriais (cor, sabor, aroma, textura), podendo causar uma série de alterações nas características físicas e químicas dos alimentos. Dessa maneira, atenção é necessária quanto ao modo de cocção, tempo e temperatura aos quais o alimento será exposto para máxima preservação do seu valor nutricional (Phillipi, 2014; Silva *et al.*, 2016).

O tempo de cozimento dos grãos de feijão apresenta variações conforme a cultivar, temperatura, umidade relativa do ar, práticas de produção, tempo de armazenamento e às características genéticas. É um fator favorável para aceitabilidade do feijão pelos consumidores, pois no caso das cultivares com grãos de cozimento rápido, proporciona economia de tempo e energia. Períodos prolongados de cozimento causam mudanças estruturais ao nível celular, provocando perdas nutricionais. A variabilidade genética e a relação com o tempo de cocção dos grãos podem identificar linhagens e cultivares adaptados às necessidades de consumo. É uma condição preconizada pela legislação nacional junto ao Serviço de Agricultura e Produção Agropecuária para a inscrição de novos cultivares de feijão (Brasil, 2009; Luz *et al.*, 2025).

Entre os tipos de calor úmido, a cocção a vapor é a mais indicada e ideal para legumes; realçando a aparência dos alimentos, especialmente a cor em hortaliças, e reduz bastante as perdas de nutrientes hidrossolúveis. Como os alimentos não entram em contato direto com o líquido, esse tipo de cocção preserva o seu valor nutritivo (Ramírez-Cárdenasi; Leonel; Costa, 2008; Philipipi, 2014). Não foram identificados estudos na

literatura mundial sobre o efeito do cozimento na composição nutricional da vagem imatura do feijão-de-metro, evidenciando a necessidade de trabalhos sobre esse tema.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 MATERIAL GENÉTICO E SELEÇÃO DAS AMOSTRAS

Foram analisadas vagens imaturas de cinco genótipos de feijão-de-metro, sendo duas linhagens (3943 e 3966) e três cultivares (De Metro, BRS Lauré e BRS Raíra), ambos oriundos do Banco Ativo de Germoplasma de feijão-caupi da Embrapa Meio-Norte, Teresina/PI (Tabela 2).

Tabela 2. Relação dos genótipos de feijão-de-metro utilizados na pesquisa.

Genótipo	Material genético	Cor da vagem	Vagens
3943 <sup>1</sup>	Linhagem	Verde claro	
3966 <sup>1</sup>	Linhagem	Verde claro	
De Metro <sup>2</sup>	Cultivar	Verde escuro	
BRS Raíra <sup>2</sup>	Cultivar	Verde-oliva	
BRS Lauré <sup>2</sup>	Cultivar	Roxa avermelhada	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024. <sup>1</sup>Melhores linhagens sensorialmente (CARNIB, 2017).

<sup>2</sup>Cultivar comercial registrada no Registro Nacional de Cultivares - RNC/MAPA.

A seleção das linhagens 3943 e 3966 ocorreu com base nos resultados preliminares da composição centesimal e mineral das vagens imaturas cruas e análise sensorial pós-cozimento de dez genótipos de feijão-de-metro, tendo como testemunha a cultivar comercial De Metro (Carnib, 2017). As cultivares BRS Lauré e BRS Raíra foram lançadas em 2023 e recomendadas para o estado do Pará (Freire Filho *et al.*, 2022). As três cultivares comerciais são registradas no Registro Nacional de cultivares (RNC), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

### 3.2 CULTIVO, PREPARO E TRATAMENTO DAS AMOSTRAS

As vagens imaturas dos genótipos foram oriundas de um cultivo dos cinco genótipos realizado em condições de telado, sob irrigação, entre os meses de julho a agosto de 2022, na Embrapa Meio-Norte, em Teresina-PI. Estas foram colhidas em torno de 56 dias após o plantio, ponto considerado ideal para o consumo como feijão-vagem. Após a colheita, as vagens foram selecionadas manualmente, retirando as sujidades, cortando as pontas e bases, e descartando aquelas fora do padrão de qualidade. Elas foram separadas em dois tratamentos: vagens imaturas cruas e vagens imaturas cozidas (cocção a vapor por 6 minutos em panela elétrica), secas a 60 °C por 48 h e moidas para obtenção da farinha utilizada para a análise da composição centesimal. As amostras foram mantidas sob refrigeração a 4 °C até o momento das análises, onde foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI.

### 3.3 ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

A análise da composição centesimal foi realizada segundo a metodologia descrita pela AOAC (2012), realizada em triplicata, considerando o delineamento experimental em blocos inteiramente ao caso. Os resultados foram apresentados em base úmida, tendo em vista que o alimento é consumido na forma imatura. O teor de umidade foi determinado por secagem em estufa a 105 °C até peso constante; cinzas, pela técnica de incineração em mufla à temperatura de 600 °C; proteínas, pelo método de *Kjeldahl*; lipídios, pelo método a quente de *Soxhlet*; carboidratos, por diferença, subtraindo de 100% os teores de umidade, cinzas, proteínas e lipídios;

### 3.4 ANÁLISE DO VALOR ENERGÉTICO TOTAL

O valor energético total (VET) foi obtido pela soma das calorias dos carboidratos, lipídeos e proteínas, multiplicando pelos fatores de conversão de Atwater (proteínas: 4 kcal; lipídeos: 9 kcal; carboidratos: 4 kcal), segundo Watt e Merrill (1963).

### 3.5 ANÁLISE DE FIBRA ALIMENTAR TOTAL

O teor de fibra alimentar total (FAT) foi obtido de forma indireta pelo teor de amido (carboidrato digerível), utilizando o método ISI 27-1e (International Starch Institute A/S, 1999), com adaptações.

### 3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA); as médias entre os genótipos das vagens cruas e cozidas foram comparadas pelo Teste de *Tukey* ( $p < 0,05$ ); e as médias entre os tratamentos (cru e cozido) pelo teste *t de Student* ( $p < 0,05$ ) para amostras independentes, utilizando-se o programa computacional SAS (Sas Institute, 2012).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As médias e desvios-padrões observadas nas vagens crus e cozidas dos genótipos de feijão-de-metro avaliados são apresentados na Tabela 3. O teor de umidade nas vagens imaturas cruas variou de  $82,27 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  (3966) a  $91,35 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  (BRS Raíra), com média geral de  $86,29 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ . A média geral de umidade observada no presente trabalho foi próxima às médias verificadas por Carnib (2017) e USDA (2019), os quais encontraram médias de  $87,80$  e  $87,89 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ , mas menor que as observadas por Engle (2008), Freitas *et al.* (2022) e Quamruzzaman *et al.* (2022), os quais encontraram médias de  $89,00$ ;  $90,05$  e  $89,46 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ , respectivamente. As cultivares BRS Raíra e BRS Lauré diferiram significativamente ( $p < 0,5$ ) dos demais genótipos, apresentando as maiores médias. Observou-se que o feijão-de-metro contém bastante água na sua composição. Isso se deve ao fato das vagens se encontrarem na fase imatura (pleno desenvolvimento), apresentando alta umidade. A água é um nutriente importante para várias reações de deterioração sofridas pelos alimentos, e quanto maior o teor de água maior sua deterioração (Fujil, 2015).

Nas vagens imaturas cozidas, o teor de umidade variou de 83,82 g 100 g<sup>-1</sup> (De Metro) a 90,87 g 100 g<sup>-1</sup> (BRS Raíra), com média geral de 87,24 g 100 g<sup>-1</sup>. A cultivar BRS Raíra diferiu significativamente (p<0,05) dos demais genótipos, com a maior média. Observou-se diferença significativa (p<0,05) entre as medias gerais das amostras cruas e cozidas, com leve aumento do teor de umidade após o cozimento, exceto na cultivar BRS Raíra, onde houve diminuição do teor de umidade após o cozimento.

Tabela 3. Composição centesimal das vagens cruas e cozidas de feijão-de-metro, com valores expressos em base úmida.

Parâmetro	Genótipo	Vagem crua	Vagem cozida
		Média ± DP	Média ± DP
Umidade (g 100 g <sup>-1</sup> )	3943	83,19 ± 1,19 <sup>bb</sup>	84,50 ± 2,63 <sup>ca</sup>
	3966	82,27 ± 3,19 <sup>cb</sup>	86,68 ± 1,60 <sup>ba</sup>
	De Metro	83,97 ± 0,64 <sup>ba</sup>	83,82 ± 5,01 <sup>da</sup>
	BRS Raíra	91,35 ± 5,45 <sup>aa</sup>	90,87 ± 1,19 <sup>ab</sup>
	BRS Lauré	90,68 ± 2,52 <sup>aa</sup>	90,32 ± 1,74 <sup>aa</sup>
	Média geral	86,29 ± 2,60 <sup>B</sup>	87,24 ± 2,43 <sup>A</sup>
Cinzas (g 100 g <sup>-1</sup> )	3943	1,39 ± 0,01 <sup>aa</sup>	1,21 ± 0,01 <sup>ab</sup>
	3966	1,48 ± 0,01 <sup>aa</sup>	1,23 ± 0,00 <sup>ab</sup>
	De Metro	1,22 ± 0,02 <sup>ba</sup>	0,97 ± 0,01 <sup>bb</sup>
	BRS Raíra	0,53 ± 0,00 <sup>ca</sup>	0,54 ± 0,00 <sup>cb</sup>
	BRS Lauré	0,58 ± 0,02 <sup>ca</sup>	0,56 ± 0,02 <sup>cb</sup>
	Média geral	1,04 ± 0,01 <sup>A</sup>	0,90 ± 0,01 <sup>B</sup>
Proteínas (g 100 g <sup>-1</sup> )	3943	5,73 ± 0,10 <sup>ba</sup>	5,21 ± 0,02 <sup>aa</sup>
	3966	6,38 ± 0,07 <sup>aa</sup>	5,49 ± 0,25 <sup>ab</sup>
	De Metro	5,00 ± 0,05 <sup>ba</sup>	4,34 ± 0,07 <sup>bb</sup>
	BRS Raíra	2,40 ± 0,10 <sup>ca</sup>	2,57 ± 0,10 <sup>ca</sup>
	BRS Lauré	2,64 ± 0,02 <sup>ca</sup>	2,78 ± 0,03 <sup>ca</sup>
	Média geral	4,43 ± 0,07 <sup>A</sup>	4,08 ± 0,09 <sup>A</sup>
Lipídios (g 100 g <sup>-1</sup> )	3943	0,10 ± 0,01 <sup>cb</sup>	0,36 ± 0,14 <sup>aa</sup>
	3966	0,11 ± 0,08 <sup>cb</sup>	0,24 ± 0,03 <sup>ba</sup>
	De Metro	0,15 ± 0,01 <sup>bb</sup>	0,21 ± 0,03 <sup>ca</sup>
	BRS Raíra	0,22 ± 0,00 <sup>ab</sup>	0,23 ± 0,08 <sup>ba</sup>
	BRS Lauré	0,19 ± 0,00 <sup>ab</sup>	0,24 ± 0,11 <sup>ba</sup>
	Média geral	0,15 ± 0,02 <sup>B</sup>	0,26 ± 0,08 <sup>A</sup>
Carboidratos (g 100 g <sup>-1</sup> )	3943	8,75 ± 0,11 <sup>aa</sup>	9,10 ± 0,11 <sup>aa</sup>
	3966	8,94 ± 0,09 <sup>ab</sup>	9,62 ± 0,29 <sup>aa</sup>
	De Metro	8,81 ± 0,07 <sup>ab</sup>	9,68 ± 0,10 <sup>aa</sup>
	BRS Raíra	4,60 ± 0,14 <sup>ba</sup>	4,45 ± 0,02 <sup>ba</sup>
	BRS Lauré	5,00 ± 0,05 <sup>ba</sup>	4,86 ± 0,15 <sup>ba</sup>
	Média geral	7,22 ± 0,09 <sup>A</sup>	7,54 ± 0,13 <sup>A</sup>
VET (kcal 100 g <sup>-1</sup> )	3943	59,64 ± 0,06 <sup>bb</sup>	61,29 ± 0,79 <sup>aa</sup>
	3966	63,16 ± 0,54 <sup>aa</sup>	63,35 ± 0,09 <sup>aa</sup>
	De Metro	57,37 ± 0,08 <sup>bb</sup>	58,56 ± 0,19 <sup>ba</sup>
	BRS Raíra	29,91 ± 0,20 <sup>db</sup>	30,13 ± 0,36 <sup>ca</sup>
	BRS Lauré	32,27 ± 0,17 <sup>ca</sup>	32,75 ± 0,38 <sup>ca</sup>



	Média geral	48,47 ± 0,21 <sup>B</sup>	49,22 ± 0,36 <sup>A</sup>
	3943	5,46 ± 0,02 <sup>aA</sup>	5,69 ± 0,21 <sup>aA</sup>
	3966	5,59 ± 0,04 <sup>aA</sup>	5,65 ± 0,12 <sup>aA</sup>
FAT	De Metro	5,68 ± 0,00 <sup>aA</sup>	4,61 ± 0,01 <sup>bB</sup>
(g 100g <sup>-1</sup> )	BRS Raíra	2,18 ± 0,03 <sup>bA</sup>	2,26 ± 0,01 <sup>cA</sup>
	BRS Lauré	2,40 ± 0,05 <sup>bA</sup>	2,49 ± 0,03 <sup>cA</sup>
	Média geral	4,26 ± 0,03 <sup>A</sup>	4,14 ± 0,08 <sup>A</sup>

Média de três repetições ± desvio padrão. Letras minúsculas iguais nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelos testes *Tukey* e *t de Student* ( $p < 0,05$ ), respectivamente.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

O aumento do teor de umidade após o cozimento é devido a hidratação das vagens cruas após a cocção. A pouca absorção de água nas vagens ocorre devido a sua fase imatura, onde o grão está se desenvolvendo; e a água é absorvida pelas características da vagem (espessura, peso, porosidade e propriedades coloidais). Também pelo tipo de cocção realizada, a vapor, sem contato direto com a água; e tempo de cozimento rápido (6 minutos). Segundo Fujil (2015), os teores de água variam entre as cultivares, devido às propriedades e características dos tegumentos, composição química, tempo e temperatura de cozimento e condições fisiológicas das plantas.

Trabalhos avaliando a composição centesimal em vagens imaturas de feijão-de-metro após o cozimento não foram encontrados na literatura. Gomes *et al.* (2024a), ao avaliarem os grãos imaturos cozidos de quatro genótipos de feijão-caupi, diferentemente dos resultados observados no presente trabalho, não verificaram aumento no teor de umidade dos grãos imaturos após o cozimento.

As vagens cruas e cozidas dos genótipos de feijão-de-metro apresentaram menores teores de umidade comparado a maioria dos trabalhos consultados. Valores diferentes podem ocorrer na mesma variedade, como em variedades diferentes, devido ao grau de maturação pela atividade fisiológica não controlada. As linhagens 3943 e 3966 e a cultivar De Metro obtiveram os menores teores de umidade nas vagens cruas e cozidas, respectivamente, indicando uma maior tolerância à deterioração, pois, segundo Fujil (2015), quanto maior o teor de água maior a sua deterioração pós-colheita.

Quanto ao teor de cinzas, observou-se variação nas vagens cruas de 0,53 g 100 g<sup>-1</sup> (BRS Raíra) a 1,48 g 100 g<sup>-1</sup> (3966) e média geral de 1,04 g 100 g<sup>-1</sup>. Essa média é maior do que as observadas por Engle (2008), Carnib (2017), USDA (2019), Freitas *et al.* (2022)

e Quamruzzaman *et al.* (2022), ao avaliarem vagens imaturas cruas de genótipos de feijão-de-metro, que encontraram médias gerais de 0,60; 0,80; 0,60; 0,52; e 0,68 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente. As linhagens 3943 e 3966 diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) dos demais genótipos, apresentando as maiores médias. A análise de cinzas fornece informações sobre a quantidade de minerais; podendo variar no limite de 0,1% até 15%, dependendo do alimento ou das condições em que este se apresenta (Cecchi, 2003).

Nas vagens imaturas cozidas, o teor de cinzas variou de 0,54 g 100 g<sup>-1</sup> (BRS Raíra) a 1,23 g 100 g<sup>-1</sup> (3966), com média geral de 0,90 g 100 g<sup>-1</sup>. Igualmente às vagens imaturas cruas, as linhagens 3943 e 3966 diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) dos demais genótipos, apresentando as maiores médias. A variação e a média geral observadas nas vagens imaturas cozidas neste trabalho para o teor de cinzas foram maiores do que as verificadas por Gomes *et al.* (2024a), ao avaliarem os grãos imaturos de quatro genótipos de feijão-caupi, encontraram variação de 0,54 a 0,83 g 100 g<sup>-1</sup> e média geral de 0,70 g 100 g<sup>-1</sup>. As médias gerais entre as amostras de vagens imaturas cruas e cozidas diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ), com redução do teor de cinzas após o cozimento em todos os genótipos avaliados, com perda em média de 0,14 g 100 g<sup>-1</sup>. Essa redução também foi verificada no estudo realizado por Gomes *et al.* (2024a), ao avaliarem os grãos imaturos de quatro genótipos de feijão-caupi, observaram redução de 0,35 g 100 g<sup>-1</sup> após o cozimento.

O teor de proteínas nas vagens cruas dos genótipos de feijão-de-metro variou de 2,40 g 100 g<sup>-1</sup> (BRS Raíra) a 6,38 g 100 g<sup>-1</sup> (3966), com média geral de 4,43 g 100 g<sup>-1</sup>. Essa média é superior às observadas por Engle (2008), Carnib (2017), USDA (2019), Widyawan *et al.* (2020), Freitas *et al.* (2022), Quamruzzaman *et al.* (2022) e Choi *et al.* (2024a,b), ao avaliarem vagens imaturas cruas de genótipos de feijão-de-metro, os quais verificaram médias de 3,00; 3,46; 2,80; 2,31; 2,97 e 2,84 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente. Por outro lado, foi similar às médias observadas por Hinge *et al.* (2015) e Widyawan *et al.* (2020), que encontraram médias gerais de 4,40 e 4,00 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente. Os genótipos 3966 e De Metro diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) dos demais genótipos, apresentando as maiores médias. O teor de proteínas está relacionado com a capacidade

de absorção do nitrogênio disponível no solo, que depende da maior ou menor eficiência de fixação biológica do nitrogênio pelo genótipo (Gomes *et al.*, 2024a).

O teor de proteínas nas vagens imaturas cozidas variou de 2,57 g 100 g<sup>-1</sup> (De Metro) a 5,49 g 100 g<sup>-1</sup> (3943), com média geral de 4,08 g 100 g<sup>-1</sup>. As linhagens 3943 e 3966 diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) dos demais genótipos, apresentando as maiores médias. As médias gerais dos genótipos entre as vagens imaturas cruas e cozidas não diferiram entre si, denotando que, de forma geral o cozimento não afetou o teor de proteínas das vagens imaturas dos genótipos avaliados. Esse resultado é discordante do observado por Gomes *et al.* (2024a), ao avaliarem os teores de proteínas entre amostras de grãos imaturos cruas e cozidas de quatro genótipos de feijão-caupi, onde verificaram redução do teor de proteínas após o cozimento; no entanto, nos genótipos 3966 e De Metro, o cozimento redziu significativamente ( $p < 0,05$ ) o teor de proteínas, concordando com Gomes *et al.* (2024a). Isso sugere que o efeito do cozimento é diferencial de acordo com o genótipo.

O teor de lipídeos variou nas vagens imaturas cruas dos genótipos de feijão-de-metro, de 0,10 g 100 g<sup>-1</sup> (3943) a 0,22 g 100 g<sup>-1</sup> (BRS Raíra), com média geral 0,15 g 100 g<sup>-1</sup>. Essa média foi similar às médias observadas em vagens imaturas cruas de outros genótipos de feijão-de-metro por Freitas *et al.* (2022), Quamruzzaman *et al.* (2022) e Choi *et al.* (2024b), que verificaram médias gerais de 0,14; 0,13 e 0,10 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente; no entanto, inferior às médias gerais observadas por Engle (2008), Carnib (2017), USDA (2019) e Choi *et al.* (2024a), que verificaram médias gerais de 0,50; 0,29; 0,40 e 0,28 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente. As cultivares BRS Raíra e BRS Lauré diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) dos demais genótipos, apresentando as maiores médias. Os feijões geralmente apresentam baixos teores de lipídios, a menor concentração entre os macronutrientes; e são, sobretudo, insaturados, sendo benéficos para a saúde humana, pois são ácidos graxos insaturados, sendo os principais o linoleico e  $\alpha$ -linolênico, que representam 70,7% do total de lipídios nos feijões (Embrapa, 2009).

Com o cozimento, as vagens imaturas do feijão-de-metro variaram o teor lipídico de 0,21 g 100 g<sup>-1</sup> (De Metro) a 0,36 g 100 g<sup>-1</sup> (3943), com média geral de 0,26 g 100 g<sup>-1</sup>. A linhagem 3943 diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) dos outros genótipos, apresentando



a maior média. De forma geral, observou-se aumento do teor de lipídios após o cozimento, concordando com os resultados de Gomes *et al.* (2024a), ao avaliarem os teores de lipídios em grãos imaturos de quatro genótipos de feijão-caupi. Observou-se que, mesmo as vagens imaturas de feijão-de-metro sendo cozidas a vapor e sem adição de nenhum tipo de óleo ou gordura, houve aumento no teor de lipídios. Esse aumento é explicado pela liberação dos lipídios que compõem as membranas celulares dos grãos, devido ao aumento da temperatura (Luz *et al.*, 2025).

O teor de carboidratos variou nas vagens imaturas cruas de feijão-de-metro de 4,60 g 100 g<sup>-1</sup> (BRS Raíra) a 8,94 g 100 g<sup>-1</sup> (3966), com média geral de 7,22 g 100 g<sup>-1</sup>. Essa média é similar à média geral observada em vagens imaturas cruas de outros genótipos de feijão-de-metro por Quamruzzaman *et al.* (2022), que foi de 7,07 g 100 g<sup>-1</sup>. No entanto, foi superior às médias observadas por Engle (2008), Carnib (2017) e Freitas *et al.* (2022), que verificaram médias gerais de 5,20; 6,32; e 6,97 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente; e inferior à média geral observada por USDA (2019), que foi de 8,35 g 100 g<sup>-1</sup>. Essas diferenças podem ser resultantes das características genéticas da cultivar, das condições ecológicas ou técnicas de cultivo específicas veiricadas em cada estudo. Os genótipos 3943, 3966 e De Metro diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) dos demais, apresentando as maiores médias. O carboidrato é o principal componente dos feijões, 60% a 65% de sua composição total, sendo o amido o maior em quantidade.

O teor de carboidratos nas vagens imaturas cozidas apresentou variação de 4,45 g 100 g<sup>-1</sup> (BRS Raíra) a 9,68 g 100 g<sup>-1</sup> (De Metro) e média geral de 7,54 g 100 g<sup>-1</sup>. Similarmente às vagens imaturas cruas, os genótipos 3943, 3966 e De Metro diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) dos outros, apresentando as maiores médias. No geral, as amostras de vagens imaturas e cruas e cozidas não diferiram entre si, indicando que, de forma geral, o cozimento não afetou o teor de carboidratos. No entanto, constatou-se aumento desse nutriente após o cozimento nos genótipos 3966 e De Metro, evidenciando mais uma vez que o efeito do cozimento varia com as características intrínsecas de cada genótipo. Gomes *et al.* (2024a), ao avaliarem os teores de carboidratos em grãos imaturos cozidos de feijão-caupi, verificaram aumento desse nutriente após o cozimento, como constatado no presente trabalho.

Embora tenha sido constatado aumento do teor de carboidratos na maioria dos genótipos com o cozimento, esse ainda foi mais baixo em relação à literatura, justificado pelo cozimento ter sido realizado a vapor, diferentemente dos outros estudos consultados, que utilizaram cocção em meio líquido, em que o contato com a água e o amido é bem maior. Os teores de carboidratos nos genótipos de feijão-de-metro avaliados na presente pesquisa demonstram a relevância dessa leguminosa como fonte de energia na dieta da população, constituindo-se na principal fonte de energia do corpo humano, fornecendo cerca de 50% das calorias totais diárias na alimentação.

A variação do VET nas vagens imaturas cruas de feijão-de-metro foi de 29,91 kcal 100 g<sup>-1</sup> (BRS Raíra) a 63,16 75 kcal 100 g<sup>-1</sup> (3966) e média geral de 48,47 kcal 100 g<sup>-1</sup>. Essa média foi superior às verificadas por Carnib (2017), USDA (2019) e Quamruzzaman *et al.* (2022), ao avaliarem vagens imaturas de outros genótipos de feijão-de-metro, os quais observaram médias de 37,90; 47,00; e 40,80 kcal 100 g<sup>-1</sup>. A linhagem 3966 diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) dos outros genótipos, apresentando a maior média. A média observada no presente trabalho se deve ao fato dos teores de proteínas e carboidratos analisados terem sido maiores, e esses parâmetros são a base de cálculo para o VET.

Os genótipos de feijão-de-metro apresentaram após o cozimento uma variação no VET de 30,13 kcal 100 g<sup>-1</sup> (BRS Raíra) a 63,35 kcal 100 g<sup>-1</sup> (3966) e média geral de 49,22 kcal 100 g<sup>-1</sup>. As linhagens 3943 e 3966 diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) dos outros genótipos, apresentando as maiores médias. Comparando as médias de vagens imaturas cruas e cozidas, observou-se que o processamento térmico afetou significativamente ( $p < 0,05$ ), aumentando o seu teor após o cozimento. No entanto, para os genótipos 3966 e BRS Lauré não houve diferenças entre as amostras cruas e cozidas, indicando mais uma vez que o cozimento é variável de acordo com as características genética de cada genótipo. Gomes *et al.* (2024a), ao avaliarem o VET em grãos imaturos cozidos de quatro genótipos de feijão-caupi, observaram aumento do seu teor após o cozimento na maioria dos genótipos, mas também perda em um dos genótipos.

O aumento do VET nas vagens cozidas de feijão-de-metro se deve ao elevado teor de proteínas e carboidratos apresentados neste estudo, que mesmo apresentando redução desses nutrientes após o cozimento, ainda permaneceram altos. É possível que ao cozinhar



alimentos ricos em amido e proteínas, sejam liberadas entre 20% e 40%; e 10% a 20% mais calorias nos alimentos, respectivamente. Os resultados demonstram que as vagens imaturas cruas e cozidas dos genótipos de feijão-de-metro avaliados, além de apresentarem boa fonte de proteínas e de carboidratos, contribuem também de forma qualitativa e quantitativa em calorias.

Observou-se uma variação do FAT nas vagens imaturas cruas dos genótipos de feijão-de-metro de 2,18 g 100 g<sup>-1</sup> (BRS Raíra) a 5,68 g 100 g<sup>-1</sup> (De Metro) e média geral de 4,26 g 100 g<sup>-1</sup>. Essa média foi inferior à observada por Widyawan *et al.* (2020), ao avaliarem vagens imaturas cruas de 21 genótipos de feijão-de-metro, que verificaram média de 11,06 g 100 g<sup>-1</sup>; mas superior à média observada por Choi *et al.* (2024a,b), ao avaliarem 14 acessos de feijão-de-metro, onde verificaram médias de 2,08 e 2,21 g 100 g<sup>-1</sup>. Os genótipos 3943, 3966 e De Metro diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) dos outros genótipos, apresentando as maiores médias.

O teor de FAT após o cozimento apresentou uma variação de 2,26 g 100 g<sup>-1</sup> (BRS Raíra) a 5,69 g 100 g<sup>-1</sup> (3943) e média geral de 4,14 g 100 g<sup>-1</sup>. As linhagens 3943 e 3966 diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) dos outros genótipos, apresentando as maiores médias. Comparando as médias entre as amostras de vagens imaturas cruas e cozidas, observou-se que o FAT não foi afetado pelo cozimento, exceto na cultivar De Metro, que apresentou uma redução significativa, porém pequena, após o cozimento. Os tratamentos térmicos podem ter efeitos variáveis na fibra alimentar em que a redução ocorre devido ao rompimento dos componentes celulares, tais como celulose, hemicelulose, lignina, pectina e gomas (Ramírez-Cárdenasi; Leonel; Costa, 2008).

Pelos resultados obtidos e conforme a Instrução Normativa - IN n.º 75/2020 (Brasil, 2020), as linhagens 3943 e 3966 apresentaram teores acima de 22% do VDR tanto nas vagens cruas como cozidas; enquanto a cultivar De Metro, 18% do VDR. Assim, essas linhagens são consideradas alimentos com alto teor de FAT; enquanto a cultivar, fonte desse nutriente, já que possuem no mínimo 10% e 20%, respectivamente, do valor diário recomendado - VDR (25 g) de FAT. O consumo de feijões rico em fibras está associado à redução do nível de colesterol ruim e ao risco de doenças cardiovasculares e câncer, auxiliando na perda de peso (Quamruzzaman *et al.*, 2022).

## 5 CONCLUSÃO

As vagens imaturas cruas e cozidas dos genótipos de feijão-de-metro avaliados apresentam teores elevados de umidade, proteínas, carboidratos, fibra alimentar e valor energético total, e baixos teores de cinzas e lipídios. O cozimento provoca aumento nos teores de umidade, lipídios e valor energético total e diminuição no teor de cinzas, não afetando os teores de proteínas, carboidratos e fibra alimentar total. As linhagens de feijão-de-metro 3944 e 3966 apresentam melhor perfil nutricional em termos de minerais (cinzas), proteínas, carboidratos, energia e fibra alimentar, com boa retenção dos nutrientes após o cozimento, constituindo-se em uma excelente opção para o mercado de feijão-vagem, tornando o seu consumo benéfico para a população nordestina, podendo ser incluídos na dieta ou utilizadas em programas de combate à desnutrição.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Piauí (UFPI), pela oportunidade de realização do Curso de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição; à Embrapa Meio-Norte, pelo suporte financeiro (Projeto 20.22.01.011.00.00), e na condução das análises laboratoriais; à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pelo concessão de bolsa para a realização da pesquisa (Programa Mais Qualificação); e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA) pela concessão da dedicação exclusiva do primeiro autor para cursar o doutorado.

## REFERÊNCIAS

- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 19 ed. Gaithersburg: AOAC International, 2012.
- BEZERRA, J. M. *et al.* Composição química de oito cultivares de feijão-caupi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 41-47, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CARNIB, L. P. D. A. **Caracterização da composição centesimal, minerais, e aceitação sensorial de genótipos de feijão-de-metro (*Vigna unguiculata* ssp *Sesquipedalis*)**. 2017. 76 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2.ed. Campinas: Editora UNICAMP, 2003. 207 p.
- CHOI, Y. *et al.* Multivariate analysis of biochemical properties reveals diversity among yardlong beans of different origins. **Antioxidants**, v. 13, 463, 2024a.
- CHOI, Y. *et al.* Nutritional qualities, metabolite contents, and antioxidant capacities of yardlong beans (*Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis*) of different pod and seed colors. **Antioxidants**, v. 13, 1134, 2024b.
- EMBRAPA. **A Embrapa, o feijão, e você, juntos, por um Brasil melhor! O feijão na alimentação**. 2. ed. Embrapa: Arroz e feijão, 2009. Folheto. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/957275>. Acesso em: 07 ago. 2024.
- ENGLE, L. M. **Know your IVs: yardlong bean**. Tainan: AVRDC Vegetable Genetic Research Center, 2008. IV Leaflet n. 11. Disponível em: < <https://vtechworks.lib.vt.edu/server/api/core/bitstreams/2a5e76d0-6f61-4ea9-bed8-be13906f2625/content> >. Acesso em: 21 jun. 2024.
- FREIRE FILHO, F. R. *et al.* **BRS Raíra: nova cultivar de feijão-caupi do tipo feijão-de-metro com vagens de cor verde-oliva, para o cultivo no estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2022. 12 p. (Comunicado Técnico/ Embrapa Amazônia Oriental, 352).
- FREITAS, A. F. *et al.* **Estudo comparativo da composição nutricional de genótipos de feijão-de metro** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2022. 23 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento/ Embrapa Amazônia Oriental, 159).

FUJIL, I. A. **Determinação de umidade pelo método do aquecimento direto técnica gravimétrica com emprego do calor.** Cuiabá, MT: UNIC, 2015. 5 p.

GOMES, F. O. *et al.* Composição química e mineral dos grãos imaturos crus e cozidos de genótipos de feijão-caupi. **Revista Caatinga**, v. 37, e11727, 2024.

GOMES, F. O. *et al.* Qualidade nutricional de grãos imaturos branqueados e congelados de cultivares de feijão-caupi. **Revista Observatorio de La Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 12, e8053, 2024.

HINGE, S. S. *et al.* Evaluation of yard long bean genotypes (*Vigna unguiculata* subsp. (L.) Verdcourt) grown under konkan agroclimatic conditions of Maharashtra. **Journal of the Indian Society of Coastal Agricultural Research**, v. 33. N. 2, p. 49-54, 2015.

KANO, C. *et al.* **Produção e nutrição do feijão-de-metro cultivado com biofertilizante.** Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental, 2018. 25 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Amazônia Ocidental, 25).

KOUAKOU, A. G. *et al.* IITA's genebank, cowpea diversity on farms, and farmers' welfare in Nigeria. **CABI Agriculture and Bioscience**, v. 3, n. 14, p.1-16, 2022.

LUZ, M. S. *et al.* Cooking quality and protein content of black-grain cowpea genotypes before and after cooking. **Revista Caatinga**, v. 38, e12124, 2025.

PAN, L. *et al.* Comprehensive genomic analyses of *Vigna unguiculata* provide insights into population differentiation and the genetic basis of key agricultural traits. **Plant Biotechnology Journal**, v. 21, p. 1426-1439, 2023.

PANDEY, S. *et al.* Evaluation of yard long bean (*Vigna unguiculata* ssp. *sesquipedalis*) genotypes for commercial production in the central mid hills region of Nepal. **Nepalese Horticulture**, v. 14, p. 43-47, 2020.

PASQUET, R. S. Allozyme diversity of cultivated cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 101, p. 211-219, 2000.

PHILIPPI, S.T. **Nutrição e técnica dietética.** 3. ed. Barueri, SP: Manole, 2014. 400 p.

QUAMRUZZAMAN, A. *et al.* Evaluation of the quality of yard-long bean (*Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis* L.) cultivars to meet the nutritional security of increasing population. **Agronomy**, v. 12, n. 9, e2195, 2022.

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. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 200-213, 2008.

RODRIGUES, M. C. S. F. *et al.* Avaliação preliminar e caracterização morfoagronômica de acessos de feijão-de-metro [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], cv-gr. Sesquipedalis, no município de Belém, Pará. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 4., 2016, Sorriso. **Feijão-caupi: avanços e desafios tecnológicos e de mercado**: resumos. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 141.

SAS - Statistical Analysis System. **SAS/Stat Software**. v. 12.1. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 2012.

SILVA, M. B. O. *et al.* Technological quality of grains of common beans selected genotypes from the carioca group. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 1721-1732, 2016.

USDA – United States Department of Agriculture. **Asparagus bean, raw**. FoodData Central, USDA, 2019. Disponível em: <[https:// fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169222/nutrientes](https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169222/nutrientes)>. Acesso em: 22 abr. 2021.

WATT, B.; MERRILL, A. L. **Composition of foods: raw, processed, prepared**. Washington, DC: Consumer and Food Economics Research Division / Agricultural Research Service, 1963. p. 198. (Agriculture Handbook).

WIDARYATI *et al.* Yield components of red yardlong bean pod genotypes (*Vigna unguiculata* (L.) ssp. *sesquipedalis*). **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 1246, e012024, 2023.

WIDYAWAN, M. H. *et al.* Multivariate analysis unravels genetic diversity and relationship between agronomic traits, protein, and dietary fiber in yardlong bean (*Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis* Verdc.). **Biodiversitas**, v. 21, n. 12, p.

5662-5671, 2020.