

Estudo comparativo da composição nutricional de genótipos de feijão-de-metro



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
159**

**Estudo comparativo da composição
nutricional de genótipos de feijão-de-metro**

*Alessandra Ferraiolo de Freitas
Rafaella de Andrade Mattietto
Sidinéa Cordeiro de Freitas
Francisco Rodrigues Freire Filho*

***Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2022***

Disponível no endereço eletrônico: <https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
CEP 66095-903, Belém, PA
Fone: (91) 3204-1000
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicação

Presidente

Bruno Giovany de Maria

Secretária-Executiva

Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Secretária

Luciana Serra da Silva Mota

Membros

Alexandre Mehl Lunz, Andréa Liliane Pereira da Silva, Anna Christina Monteiro Roffé Borges, Gladys Beatriz Martinez, Laura Figueiredo Abreu, Patricia de Paula Ledoux Ruy de Souza, Vitor Trindade Lôbo, Walnice Maria Oliveira do Nascimento

Supervisão editorial e revisão de texto

Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Normalização bibliográfica

Andréa Liliane Pereira da Silva

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Tratamento de fotografias e editoração eletrônica

Vitor Trindade Lôbo

Foto da capa

Ronaldo Rosa

1ª edição

Publicação digital (PDF): 2022

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9,610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Oriental

Estudo comparativo da composição nutricional de genótipos de feijão-de-metro / Alessandra Ferraiolo de Freitas... [et al.]. – Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2022.

23 p. : il. ; – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0483; 159).

1. Feijão. 2. *Vigna unguiculata*. 3. Composição nutricional. 4. Composição mineral. 5. Genótipo. I. Freitas, Alessandra Ferraiolo. II. Embrapa Amazônia Oriental. III. Série.

CDD 633.33

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	11
Conclusões.....	20
Referências	21

Estudo comparativo da composição nutricional de genótipos de feijão-de-metro

Alessandra Ferraiolo de Freitas¹

Rafaella de Andrade Mattietto²

Sidinéia Cordeiro de Freitas³

Francisco Rodrigues Freire Filho⁴

Resumo – O feijão-de-metro é uma hortaliça-fruto caracterizada por suas vagens muito longas, de expressivo consumo e importância econômica e social no estado do Pará. Devido à escassez de informações quanto à sua qualidade nutricional, o objetivo deste trabalho foi caracterizar e comparar 12 genótipos da espécie quanto à composição centesimal e mineral. O teor de umidade variou de 89,01% a 91,04%, cinzas de 0,482% a 0,560%, lipídeos de 0,093% a 0,221%, fibra total de 1,53% a 2,09%, proteínas de 2,09% a 2,60% e carboidratos de 6,10% a 7,93%. Quanto aos teores de minerais, os valores encontrados em miligramas por quilo foram: 1.631,28–2.008,61 (potássio), 421,13–573,10 (fósforo), 319,06–432,39 (magnésio), 197,45–362,82 (cálcio), 11,12–21,52 (sódio), 4,575–7,215 (ferro), 3,88–8,66 (alumínio), 4,287–5,534 (zinco), 0,899–1,701 (manganês), 0,6149–2,3567 (cobre), 0,23–0,43 (molibdênio), 0,256–0,380 (estrôncio), 0,0930–0,1796 (selênio), 0,0320–0,0653 (bário) e 0,0257–0,0436 (cromo). A diferença significativa entre as amostras, tanto na composição centesimal quanto na composição mineral, pode ser atribuída a fatores genéticos, uma vez que as demais condições que podem exercer alguma variação na composição das vagens foram as mesmas para todos os genótipos. Todos os genótipos tem alto conteúdo de molibdênio e alguns são fonte de cobre e selênio.

Termos para indexação: composição centesimal, minerais, *Vigna unguiculata*.

¹ Engenheira de alimentos, doutora em Engenharia Química, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

² Engenheira química, doutora em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

³ Engenheira química, doutora em Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

Comparative study of nutritional composition of yardlong bean genotypes

Abstract – The yardlong bean is a vegetable characterized by its very long pods, expressive consumption with social and economic importance in the state of Pará. Due to scarcity of information regarding its nutritional quality, the objective of this study was to characterize and compare the chemical and mineral composition of 12 genotypes of the species. The moisture content ranged from 89.01% to 91.04%, ash from 0.482% to 0.560%, lipids from 0.093% to 0.221%, total fiber from 1.53% to 2.09%, proteins from 2.09% to 2.60 % and carbohydrates from 6.10% to 7.93%. As for the mineral contents, the observed values (mg/kg) were 1,631.28–2,008.61 (potassium), 421.13–573.10 (phosphorus), 319.06–432.39 (magnesium), 197.45–362.82 (calcium), 11.12–21.52 (sodium), 4.575–7.215 (iron), 3.88–8.66 (aluminum), 4.287–5.534 (zinc), 0.899–1.701 (manganese), 0.6149–2.3567 (copper), 0.23–0.43 (molybdenum), 0.256–0.380 (strontium), 0.0930–0.1796 (selenium), 0.0320–0.0653 (barium) and 0.0257–0.0436 (chromium). The significant difference between the samples, both in centesimal and mineral composition, can be attributed to genetic factors, since the other conditions that may exert some variation in the pods composition were the same for all genotypes. All genotypes have high molybdenum content and some are a source of copper and selenium.

Index terms: centesimal composition, minerals, *Vigna unguiculata*.

Introdução

O feijão-de-metro [*Vigna unguiculata* (L.) Walp. ssp. cv. gr. *sesquipedalis*] é uma hortaliça-fruto da família das leguminosas (Fabaceae) caracterizado por suas vagens muito longas (30 cm a 90 cm de comprimento) e sementes com 8 mm–12 mm de comprimento (Kongjaimun et al., 2012; Carnib, 2017; Stephens, 2018). Embora se pareça com o feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*), é botanicamente relacionado ao feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) (United States, 2012).

As variedades dessa hortaliça possuem diferenças quanto ao comprimento, coloração e espessura da vagem, coloração da flor, coloração e tamanho das sementes e outras características que permitem melhor caracterização destas (Cardoso; Barreto, 1997).

As vagens têm sabor semelhante ao feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*) e devem ser colhidas ainda imaturas, com comprimento inferior a 30 cm. Vagens de maior tamanho são mais duras e fibrosas, tornando-se impróprias para o consumo, como hortaliça, em avançado estágio de maturação (Cardoso, 1997). São nutritivas, constituindo fonte de proteínas, fibras, vitaminas e minerais (Cardoso, 1997; Ano; Ubochi, 2008; Carnib, 2017; Toppo; Devi Singh, 2018).

Originário provavelmente do oeste da África ou sul da China (Toppo; Devi Singh, 2018), o feijão-de-metro é atualmente cultivado em regiões tropicais e/ou subtropicais dos continentes africano, americano e asiático (Cardoso; Barreto, 1997; Huque et al., 2012; Kongjaimun et al., 2012; Toppo; Devi Singh, 2018). No Brasil, a cultura foi introduzida na Bahia por portugueses, espanhóis e escravos africanos. A posteriori, foi disseminada para outros estados do Nordeste, bem como para as regiões Norte e Centro-Oeste (Cardoso; Barreto, 1997).

Além do expressivo consumo, o feijão-de-metro possui considerável importância socioeconômica nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (Kano et al., 2018). Ao contrário de outras culturas do gênero *Vigna*, cultivadas principalmente para consumo dos grãos, a subespécie é cultivada sobretudo para vagens imaturas que são comumente consumidas frescas e cozidas em pratos variados como saladas, sopas e ensopados (Kongjaimun et al., 2012). Ademais, o cultivo de feijão-de-metro é uma alternativa ao feijão-

-vagem (*Phaseolus vulgaris*) em regiões favoráveis à doença rhizoctoniose, que acomete o gênero *Phaseolus*, sendo esse problema fitossanitário não tão limitante ao gênero *Vigna* (Kano et al., 2018).

Apesar da grande demanda na região Norte, principalmente no Pará, as sementes comercializadas no estado são procedentes de duas cultivares, uma inscrita e habilitada como De Metro, no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), e outra sem registro (Rodrigues et al., 2017). Possivelmente a cultura foi introduzida no estado por imigrantes japoneses no início do século XX (Rodrigues et al., 2016). Entre as regiões paraenses, o Nordeste vem contribuindo para o crescimento da cultura, sendo a produção agrícola oriunda da prática da agricultura familiar, que tem nessa hortaliça uma significativa fonte de renda.

A caracterização química do feijão-de-metro é importante para o avanço do conhecimento científico da espécie em termos de composição e valor nutricional, e do ponto de vista comercial, para agregação de valor. Tais informações também são relevantes e fornecem subsídios para os programas de melhoramento genético de feijão-de-metro, que visam à identificação e recomendação de genótipos superiores, com características desejáveis e interesses mercadológicos, que muitas vezes podem ser variáveis. O conhecimento da composição química e do valor nutricional da espécie contribui ainda na elaboração de dietas alimentares por profissionais de nutrição e saúde, levando em consideração os hábitos de consumo da população, as questões culturais, as condições socioeconômicas e o acesso aos alimentos.

Diante do crescimento, da importância econômica e social da cultura no estado do Pará e da escassez de informações quanto à qualidade nutricional da espécie, o objetivo deste trabalho foi caracterizar e comparar 12 genótipos de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. ssp. cv. gr. *sesquipedalis* quanto aos teores de umidade, cinzas, lipídeos, fibra total, proteínas, carboidratos e perfil de minerais.

Material e Métodos

Foram avaliados 12 genótipos (nove acessos, duas linhagens e uma cultivar comercial) de feijão-de-metro cultivados na área de pesquisa da

Embrapa Amazônia Oriental, situada em Belém, PA (1°27'21"S e 48°30'16"W, 10 m de altitude). Aproximadamente 500 g de vagens imaturas foram colhidas em 2019, 15 dias após a antese, e acondicionadas em sacos de papel Kraft. Eventuais resíduos de terra foram removidos com auxílio de papel absorvente. Em seguida, as vagens foram trituradas em processador doméstico e liofilizadas por 24 horas em liofilizador de bancada. As amostras liofilizadas foram acondicionadas em embalagem metalizada composta por poliéster metalizado, adesivo e polietileno e armazenadas em dessecador até realização das análises químicas.

Os teores de umidade, cinzas, lipídeos e proteínas foram determinados de acordo com as metodologias da Association of Official Analytical Chemists (2011). A determinação de fibra total foi realizada pelo método de Goering e Van Soest (1970). A fração de carboidratos foi calculada como a diferença entre cem e o somatório das frações de umidade, cinzas, lipídeos e proteínas.

Para digestão e quantificação de minerais, foram utilizados os métodos adaptados da Association of Official Analytical Chemists (2010) e descritos nos Procedimentos Operacionais Padrão do Laboratório de Análise de Minerais em Alimentos da Embrapa Agroindústria de Alimentos (Rio de Janeiro, RJ), cujos ensaios de minerais em matrizes alimentícias são acreditados na Norma NBR/ISO 17025:2017 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017), sob o número CRL 0228.

Foram pesados entre 0,50 g e 0,55 g de amostra diretamente em tubos de digestão em PFA do tipo XPress e adicionados 6 mL de ácido nítrico 69%. As amostras foram digeridas em micro-ondas de cavidade, modelo MARS5 com potência máxima de 1.600 W, rampa de aquecimento de 20 minutos até 180 °C e patamar de 180 °C por 20 minutos. Cada replicata digerida foi transferida quantitativamente para balão volumétrico de 50 mL, completando-se os volumes com água ultrapura, obtida em ultrapurificador Option-Q. As quantificações de sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), manganês (Mn), fósforo (P), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu), alumínio (Al), cromo (Cr), selênio (Se), molibdênio (Mo), estrôncio (Sr) e bário (Ba) foram realizadas em espectrômetro de emissão óptica por plasma indutivamente acoplado (ICP-OES), modelo Optima 2.100DV, com câmara de nebulização ciclônica e nebulizador concêntrico, com ótica sequencial. A Tabela 1 mostra os parâmetros operacionais do ICP-OES.

Tabela 1. Parâmetros operacionais do espectrômetro com fonte de indução de plasma acoplada ICP-OES, para determinação de minerais em feijão-de-metro.

Potência RF (W)	1.300
Fluxo do nebulizador (L/min)	0,60
Fluxo do plasma (L/min)	15
Fluxo da amostra (L/min)	1,50
Comprimentos de onda (nm), linhas de emissão e modos de visualização ⁽¹⁾	K (766.490, Atm, Rad); P (213.617, Atm, Axi); Mg (285.213, Atm, Rad); Ca (317.933, Ion, Rad); Na (589.592, Atm, Rad); Fe (256.939, Ion, Axi); Zn (213.857, Atm, Axi); Mn (257.610, Ion, Axi); Cu (324.752, Atm, Axi); Mo (202.031, Ion, Axi); Sr (407.771, Ion, Axi); Se (196.026, Atm, Axi); Ba (233.527, Ion, Axi); Cr (267.716, Ion, Axi) e Al (237.313, Atm, Axi)

⁽¹⁾Atm: linha atômica; Ion: linha iônica; Rad: vista radial; Axi: vista axial.

Para o preparo das curvas analíticas, foram utilizados Materiais de Referência Certificado (MRC) específicos para a análise por ICP-OES, produzidos por empresas acreditadas em ISO 17034 ou A2LA. As curvas foram construídas para cada elemento em quatro concentrações, sendo 5 mg/L, 25 mg/L, 80 mg/L e 180 mg/L as concentrações usadas para K e Na; 5 mg/L, 25 mg/L, 60 mg/L e 80 mg/L para P e Ca; 5 mg/L, 25 mg/L, 40 mg/L e 60 mg/L para Mg e 0,1 mg/L, 0,5 mg/L, 1 mg/L e 2 mg/L para Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Sr, Se, Ba, Cr e Al.

Como MRC de base alimentícia, utilizou-se a estratégia de adição e recuperação para cada elemento em amostras comumente analisadas pelo laboratório.

Para verificar a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias dos dados obtidos por meio das análises químicas, foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk (Shapiro; Wilk, 1965) e Levene (1960), respectivamente. Os dados que apresentaram distribuição normal dos resíduos e homogeneidade das variâncias foram submetidos à análise de variância (Anova), seguida pelo teste de Tukey. Na ausência de normalidade e/ou homogeneidade, os dados foram transformados e novamente analisados. Os dados que não apresentaram distribuição normal e/ou homogeneidade foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal- Wallis (Kruskal; Wallis, 1952), seguido pelo teste de Dunn (1964). Todas as análises estatísticas foram realizadas no R com $P < 0,05$ (R Core Team, 2021), considerando 12 tratamentos (genótipos de feijão-de-metro), 3 repetições para composição centesimal e 2 repetições para composição mineral.

Para uma melhor visualização entre as similaridades e diferenças entre os genótipos, uma análise de componentes principais (PCA) foi realizada para identificar grupos e tendências, assim como determinar os eixos e os caracteres que contribuem significativamente para a variação. Nesse procedimento, os dados foram organizados no formato de uma matriz $X (I, J)$ com $I = 12$ genótipos de feijão-de-metro e $J = 21$ variáveis (umidade, cinzas, fibra total, lipídeos, proteínas, carboidratos, potássio, fósforo, magnésio, cálcio, sódio, ferro, zinco, manganês, cobre, molibdênio, estrôncio, selênio, bário, cromo e alumínio), sendo transformados e autoescalados, tornando-se adimensionais e, assim, avaliados por meio de software estatístico.

Resultados e Discussão

Conforme mencionado, há uma escassez de informações na literatura quanto à qualidade nutricional das vagens de feijão-de-metro. Somente três referências reportaram sobre a composição química das vagens (Tabela 2). O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) publicou, em 2019, um relatório completo contendo todos os nutrientes das vagens (composição centesimal, minerais, vitaminas, perfil lipídico e de aminoácidos) (United States, 2019). Já o Departamento de Agricultura da República das Filipinas reportou a composição centesimal, os teores de cálcio, fósforo e ferro, as vitaminas A, B1 e C e a capacidade antioxidante (Know..., 2007?). Carnib (2017) avaliou a composição centesimal, a concentração de minerais e a aceitação sensorial das vagens de dez genótipos (oito linhagens e dois cultivares) de feijão-de-metro.

Tabela 2. Dados de composição química e perfil de minerais de vagens de feijão-de-metro encontrados na literatura, expressos em base úmida.

	Know... (2007?)	Carnib (2017)	United States (2019)
Umidade (%)	89	86,1–90,8	87,47
Cinzas (%)	0,6	0,6–1,0	0,73
Fibra total (%)	1,3	-	-
Lipídeos (%)	0,5	0,2–0,3	0,1
Proteínas (%)	3,0	2,6–4,1	2,53
Carboidratos (%)	5,2	4,8–7,4	9,18
Potássio (mg/kg)	-	1.338,0–2.161,5	2.900

Continua...

Tabela 2. Continuação.

	Know... (2007?)	Carnib (2017)	United States (2019)
Fósforo (mg/kg)	540	451,6–722,4	570
Magnésio (mg/kg)	-	328,4–632,5	420
Cálcio (mg/kg)	640	416,9–711,9	440
Sódio (mg/kg)	-	-	40
Ferro (mg/kg)	13	7,5–11,7	9,8
Zinco(mg/kg)	-	6,5-10,7	3,6
Manganês (mg/kg)	-	2,5–4,2	2,01
Cobre (mg/kg)	-	0,8–1,4	0,47
Selênio (mg/kg)	-	-	0,015

Os resultados das análises de composição nutricional são apresentados na Tabela 3. Todos os componentes analisados (umidade, cinzas, fibra total, lipídeos, proteínas e carboidratos) apresentaram diferenças significativas (Anova, $P < 0,001$) entre um ou mais genótipos, de acordo com os testes estatísticos aplicados.

Tabela 3. Composição nutricional da vagem de diferentes genótipos de feijão-de-metro, expressa em porcentagem (%) e base úmida⁽¹⁾.

Genótipo	Umidade	Cinzas	Fibra total	Lipídeos	Proteínas	Carboidratos
TUC ⁽²⁾ 181 ⁽³⁾	90,63±0,10ab	0,499±0,004d	1,63±0,01ef	0,139±0,004c	2,31±0,02cd	6,42±0,01h
TUC 182 ⁽³⁾	89,99±0,09bcd	0,536±0,003bc	1,72±0,02de	0,179±0,004b	2,53±0,01a	6,78±0,03f
TUC 185 ⁽⁴⁾	89,80±0,13cd	0,502±0,003d	1,53±0,01f	0,208±0,002a	2,09±0,02f	7,41±0,02c
TUC 204 ⁽⁵⁾	90,50±0,03ab	0,503±0,002d	1,69±0,02de	0,093±0,001e	2,18±0,01e	6,72±0,01fg
TUC 212 ⁽⁵⁾	89,35±0,22de	0,547±0,002ab	1,93±0,03b	0,096±0,003e	2,39±0,01bc	7,61±0,01b
TUC 214 ⁽⁵⁾	89,56±0,11de	0,560±0,002a	2,09±0,04a	0,120±0,001d	2,60±0,02a	7,16±0,02d
TUC 216 ⁽⁵⁾	89,76±0,05cd	0,529±0,001c	1,78±0,04cd	0,097±0,003e	2,41±0,01b	7,20±0,01d
TUC 220 ⁽⁵⁾	91,04±0,03a	0,499±0,003d	1,81±0,01bcd	0,123±0,002cd	2,24±0,02de	6,10±0,03i
TUC 240 ⁽⁵⁾	90,37±0,19bc	0,545±0,003b	1,91±0,02b	0,104±0,004e	2,32±0,01cd	6,66±0,01g
TUC 247 ⁽⁵⁾	89,98±0,16bcd	0,523±0,002c	1,88±0,03bc	0,178±0,003b	2,34±0,01bc	6,99±0,01e
TUC 248 ⁽⁵⁾	90,58±0,01ab	0,482±0,002e	1,65±0,03ef	0,164±0,006b	2,10±0,01f	6,68±0,01fg
PI ⁽⁶⁾ 487490 ⁽⁵⁾	89,01±0,22e	0,509±0,001d	1,93±0,02b	0,221±0,004a	2,25±0,03de	7,93±0,03a
Média	90,05±0,11	0,520±0,002	1,79±0,02	0,144±0,003	2,31±0,01	6,97±0,02

⁽¹⁾Dados apresentados como média ± erro padrão (n = 3). ⁽²⁾Trópico Úmido Caupi. ⁽³⁾Linhagem. ⁽⁴⁾Cultivar comercial. ⁽⁵⁾Acesso. ⁽⁶⁾Plant Introduction.

Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Observou-se que as amostras de vagens de feijão-de-metro são compostas predominantemente por água, justificando o fato de estas, assim como outras hortaliças, serem altamente perecíveis e demonstrarem rápida deterioração de qualidade. Os valores de umidade obtidos são superiores aos relatados por Know... (2007?) e United States (2019). Também são superiores aos valores obtidos por Carnib (2007), em sete dos dez genótipos avaliados pela autora. Os demais genótipos avaliados por Carnib (2007) obtiveram valores similares aos reportados neste trabalho. TUC 220 e PI 487490 estão entre os genótipos com maior e menor teor de umidade, respectivamente.

Entre os macronutrientes, os carboidratos obtiveram maior quantidade que os demais, com uma variação significativa entre os acessos TUC 220 e PI 487490. Os valores obtidos foram inferiores ao reportado por United States (2019) e superiores ao relatado por Know... (2007?). Valores semelhantes ao deste trabalho foram obtidos em seis dos dez genótipos avaliados por Carnib (2007). Já os demais genótipos estudados pela autora obtiveram teor de carboidratos inferior ao menor valor (6,10%) obtido neste trabalho.

O teor de proteínas foi o segundo macronutriente em destaque na composição. Os valores obtidos foram inferiores aos relatados por Know... (2007?) e por Carnib (2007) em nove dos dez genótipos estudados pelo último autor. Já os genótipos TUC 182 e TUC 214 obtiveram os maiores valores, sendo estes similares ao obtido por United States (2019). O teor de proteínas pode ser comparado ao de hortaliças comumente consumidas em saladas, caldos, sopas e ensopados como o feijão-vagem (1,8%), a couve-flor (1,9%), o espinafre (2,0%), o inhame (2,1%), o jambu (1,8%), o repolho-roxo (1,9%) e a rúcula (1,8%) (Brasil, 2002; Tabela..., 2011).

As fibras, parte integrante do grupo carboidratos, obtiveram teores superiores ao valor relatado por Know... (2007?). O acesso com maior teor de fibra total foi o TUC 214, que diferiu significativamente de todos os demais. Já a cultivar comercial (TUC 185) está entre os genótipos que obtiveram menor teor de fibra.

Pelos resultados obtidos e de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2020), as vagens de feijão-de-metro in natura não podem ser consideradas fontes de proteínas e fibras alimentares, uma vez que para isso teriam que possuir no mínimo 10% de cada um desses nutrientes em suas vagens.

O resíduo mineral fixo, expresso pelo teor de cinzas, variou significativamente entre os genótipos, sendo o menor e o maior valor dos genótipos TUC 248 e TUC 214, respectivamente. O acesso TUC 214, nesse caso, não obteve diferença significativa em relação ao acesso TUC 212, porém as demais variações podem ser consideradas discretas. Os teores de cinzas obtidos neste trabalho são inferiores aos reportados na literatura (Know..., 2007?; Carnib, 2017; United States, 2019).

O teor de lipídeos teve os maiores valores atribuídos aos genótipos PI 487490 e TUC 185 e os menores valores aos genótipos TUC 204, TUC 212 TUC 216 e TUC 240. Todos os valores obtidos são inferiores aos obtidos por Know... (2007?) e alguns são similares ao obtido por United States (2019). Dentre os dez genótipos estudados por Carnib (2017), apenas um obteve teor de lipídeos igual a 0,2%, os demais obtiveram valores iguais a 0,3%. Os baixos teores de lipídeos normalmente são esperados em leguminosas, sendo esta uma característica inerente à própria espécie (Sasaki, 2008).

O perfil detalhado dos minerais quantificados nas vagens de feijão-de-metro é apresentado nas tabelas a seguir.

Na Tabela 4, tem-se os macrominerais estudados, que representam aqueles minerais que necessitam estar em quantidades consideráveis no organismo humano para manter a saudabilidade. Os teores de K, P, Mg, Ca e Na diferiram significativamente entre os genótipos (Anova, $P < 0,001$).

Tabela 4. Teores de potássio, fósforo, magnésio, cálcio e sódio, expressos em miligramas por quilo e base úmida, na vagem de diferentes genótipos de feijão-de-metro⁽¹⁾.

Genótipo	Potássio	Fósforo	Magnésio	Cálcio	Sódio
TUC ⁽²⁾ 181 ⁽³⁾	1.862,40±9,94cd	458,78±0,79ef	323,34±4,12fg	197,45±4,08g	11,12±0,42c
TUC 182 ⁽³⁾	1.985,18±12,48ab	528,54±3,56b	350,11±0,44cde	229,52±0,27f	12,31±0,09bc
TUC 185 ⁽⁴⁾	1.768,69±13,08ef	448,28±1,03f	326,46±5,46fg	250,45±2,92e	13,25±0,33bc
TUC 204 ⁽⁵⁾	1.721,51±33,15f	467,37±3,36de	340,79±7,15def	252,86±2,82e	11,72±0,06c
TUC 212 ⁽⁵⁾	2.008,61±24,34a	542,32±1,90b	364,28±1,28c	257,66±1,59e	12,97±0,18bc
TUC 214 ⁽⁵⁾	1.926,36±7,80abc	573,10±2,47a	406,74±0,79b	287,68±0,47b	11,76±0,71c
TUC 216 ⁽⁵⁾	1.919,06±0,32bc	497,17±0,51c	359,59±2,47cd	229,85±3,11f	13,05±0,13bc
TUC 220 ⁽⁵⁾	1.762,30±11,09ef	421,13±1,60g	335,41±1,71efg	275,81±2,72bc	11,21±0,60c
TUC 240 ⁽⁵⁾	1.928,92±5,45abc	473,20±5,15de	350,84±0,48cde	261,82±0,18de	11,43±0,37c
TUC 247 ⁽⁵⁾	1.826,18±10,65de	479,67±4,70d	349,15±8,18cde	273,20±3,22cd	14,01±0,55b
TUC 248 ⁽⁵⁾	1.811,97±8,13de	450,01±0,61f	319,06±1,01g	231,39±0,94f	12,21±0,24bc

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Genótipo	Potássio	Fósforo	Magnésio	Cálcio	Sódio
PI ⁽⁶⁾ 487490 ⁽⁵⁾	1.631,28±17,42g	458,48±4,30ef	432,39±0,54a	362,82±2,86a	21,52±0,40a
Média	1.846,04±12,82	483,17±2,50	354,84±2,80	259,21±2,10	13,05±0,34

⁽¹⁾Dados apresentados como média ± erro padrão (n = 2). ⁽²⁾Trópico Úmido Caupi. ⁽³⁾Linagem. ⁽⁴⁾Cultivar comercial ⁽⁵⁾Acesso. ⁽⁶⁾Plant Introduction.

Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TUC 182, TUC 212 e TUC 240 estão entre os genótipos com maior teor de K. Concomitantemente com TUC 182 e TUC 212, TUC 214 está entre os genótipos com maior teor de P. Já o acesso PI 487490 obteve os maiores teores de Mg, Ca e Na e o menor teor de K. TUC 181 é o genótipo com menor teor de Ca, TUC 220 o genótipo com menor teor de P e TUC 248 está entre os genótipos com menor teor de Mg.

Os teores de K obtidos são inferiores ao valor reportado por United States (2019) e encontram-se dentro da faixa de valores relatados por Carnib (2017).

Em relação ao teor de P, 9 dos 12 genótipos analisados obtiveram valores dentro do intervalo reportado por Carnib (2017). Valores próximos aos dos acessos TUC 182, TUC 212 e TUC 214 foram obtidos por Know... (2007?) e United States (2019).

Observa-se que os acessos TUC 214 e PI 487490 obtiveram teores de Mg próximos ao reportado por United States (2019) e os genótipos TUC 181, TUC 185 e TUC 248 obtiveram teores fora da faixa relatada por Carnib (2017).

Já os teores de Ca foram inferiores aos relatados na literatura (Know..., 2007?; Carnib, 2017; United States, 2019). Quanto ao teor de Na, os valores obtidos neste trabalho são inferiores aos reportados por United States (2019).

Segundo a Instrução Normativa (IN) nº 75, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2020), um indivíduo adulto saudável deve consumir diariamente, para atender às suas necessidades nutricionais, 3.500 mg de K, 700 mg de P, 420 mg de Mg e 1.000 mg de Ca. Nesse caso, 100 g de vagem dos genótipos de feijão-de-metro analisados neste trabalho contêm 4,66%–5,74% do Valor Diário de Referência {% do VDR = [(10 x valor obtido em miligramas por quilo)/valor estabelecido na IN nº 75]} para K, 6,02%–8,19% do VDR para P, 7,60%–10,30% do VDR para Mg e 1,97%–3,63% do VDR

para Ca. Em relação ao Na, a legislação estabelece o limite máximo de 2 mil miligramas. Os valores obtidos no presente estudo (1,11 mg–2,15 mg/100 g) estão bem abaixo do limite máximo permitido, não oferecendo riscos à saúde.

Os microminerais (Tabelas 5 e 6) também obtiveram diferenças significativas entre os genótipos (Anova, $P < 0,001$ para Fe, Mn, Cu, Sr, Se, Ba, Cr e Al; Kruskal-Wallis, $P = 0,03$ para Zn e $P = 0,02$ para Mo).

Tabela 5. Teores de ferro, zinco, manganês e cobre, expressos em miligramas por quilo e base úmida na vagem de diferentes genótipos de feijão-de-metro⁽¹⁾.

Genótipo	Ferro ⁽²⁾	Zinco ⁽³⁾	Manganês ⁽²⁾	Cobre ⁽²⁾⁽⁴⁾
TUC ⁽⁵⁾ 181 ⁽⁶⁾	4,575±0,003f	4,287±0,034a	0,899±0,011g	1,3308±0,00001cd
TUC 182 ⁽⁶⁾	5,555±0,016e	4,780±0,013abcd	1,120±0,002e	0,8443±0,00001g
TUC 185 ⁽⁷⁾	5,885±0,066cde	4,513±0,000ad	0,916±0,016g	0,9010±0,00003fg
TUC 204 ⁽⁸⁾	6,115±0,008bc	4,874±0,054abcde	1,416±0,002c	0,8939±0,00003fg
TUC 212 ⁽⁸⁾	7,215±0,132a	5,015±0,002bce	1,278±0,013d	1,0533±0,00001ef
TUC 214 ⁽⁸⁾	6,529±0,062b	5,534±0,037e	1,371±0,005c	1,0444±0,00028ef
TUC 216 ⁽⁸⁾	5,609±0,039de	5,147±0,004be	1,574±0,009b	1,6071±0,00007b
TUC 220 ⁽⁸⁾	5,945±0,094cde	4,551±0,024acd	1,017±0,009f	2,3567±0,00118a
TUC 240 ⁽⁸⁾	6,195±0,136bc	4,803±0,122abcde	1,150±0,022e	1,1526±0,00094de
TUC 247 ⁽⁸⁾	6,175±0,076bc	4,947±0,084bcde	1,135±0,001e	1,3525±0,00005c
TUC 248 ⁽⁸⁾	6,978±0,041a	4,903±0,032abcde	1,036±0,010f	1,0174±0,00005ef
PI ⁽⁹⁾ 487490 ⁽⁸⁾	6,015±0,084cd	4,848±0,021abcde	1,701±0,007a	0,6149±0,00000h
Média	6,067±0,063	4,850±0,036	1,217±0,009	1,1807±0,0002

⁽¹⁾ Dados apresentados como média ± erro padrão (n = 2). ⁽²⁾ Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ⁽³⁾ Médias com letras iguais, na mesma coluna, indicam ausência de efeito dos tratamentos pelo teste de Dunn ao nível de 5% de probabilidade. ⁽⁴⁾ As médias são valores convertidos à escala original dos dados transformados em $\sqrt{x}$. ⁽⁵⁾ Trópico Úmido Caupi. ⁽⁶⁾ Linhagem. ⁽⁷⁾ Cultivar comercial ⁽⁸⁾ Acesso. ⁽⁹⁾ Plant Introduction.

Tabela 6. Teores de molibdênio, estrôncio, selênio, bário, cromo e alumínio, expressos em miligramas por quilo e base úmida, na vagem de diferentes genótipos de feijão-de-metro⁽¹⁾.

Genótipo	Molibdênio ⁽²⁾	Estrôncio ⁽³⁾	Selênio ⁽³⁾	Bário ⁽³⁾	Cromo ⁽³⁾	Alumínio ⁽³⁾
TUC ⁽⁴⁾ 181 ⁽⁵⁾	0,43±0,0003d	0,256±0,002f	0,1256±0,0005bcd	0,0349±0,0016g	0,0261±0,0004ef	8,23±0,05b
TUC 182 ⁽⁵⁾	0,28±0,001abce	0,284±0,003e	0,1397±0,0106abcd	0,0556±0,0012bc	0,0367±0,0012b	NQ ⁽⁶⁾
TUC 185 ⁽⁷⁾	0,37±0,003adef	0,348±0,006b	0,1796±0,0021a	0,0420±0,0007ef	0,0320±0,0010bcde	5,47±0,04d
TUC 204 ⁽⁸⁾	0,40±0,001df	0,294±0,004de	0,1725±0,0185ab	0,0356±0,0013fg	0,0347±0,0015bc	3,88±0,11f
TUC 212 ⁽⁸⁾	0,28±0,001abcef	0,316±0,001c	0,1282±0,0101bcd	0,0645±0,0022a	0,0371±0,0022b	6,45±0,03c
TUC 214 ⁽⁸⁾	0,38±0,000def	0,347±0,003b	0,1075±0,0042d	0,0586±0,0006ab	0,0360±0,0002cdef	4,56±0,09e

Continua...

Tabela 6. Continuação.

Genótipo	Molibdênio ⁽²⁾	Estrôncio ⁽³⁾	Selênio ⁽³⁾	Bário ⁽³⁾	Cromo ⁽³⁾	Alumínio ⁽³⁾
TUC 216 ⁽⁸⁾	0,29±0,002abcdef	0,284±0,004e	0,0937±0,0091d	0,0320±0,0020g	0,0297±0,0003cdef	NQ ⁽⁶⁾
TUC 220 ⁽⁸⁾	0,23±0,001b	0,308±0,006cd	0,1560±0,0047abc	0,0473±0,0007de	0,0257±0,0003f	NQ ⁽⁶⁾
TUC 240 ⁽⁸⁾	0,26±0,01abc	0,320±0,004c	0,0963±0,0081d	0,0536±0,0005bcd	0,0345±0,0006bc	4,32±0,07e
TUC 247 ⁽⁸⁾	0,25±0,001bc	0,319±0,003c	0,1232±0,0031cd	0,0512±0,0007cd	0,0436±0,0003a	NQ ⁽⁶⁾
TUC 248 ⁽⁸⁾	0,36±0,002acdef	0,316±0,001c	0,0930±0,0094d	0,0632±0,0005a	0,0321±0,0001bcd	8,66±0,06a
PI ⁽⁹⁾ 487490 ⁽⁸⁾	0,30±0,0003abcdef	0,380±0,005a	0,1180±0,0053cd	0,0653±0,0003a	0,0280±0,0019def	NQ ⁽⁶⁾
Média	0,32±0,006	0,314±0,003	0,1278±0,0071	0,0503±0,0010	0,0325±0,0008	5,94±0,07

⁽¹⁾Dados apresentados como média±erro padrão (n = 2). ⁽²⁾Médias com letras iguais, na mesma coluna, indicam ausência de efeito dos tratamentos pelo teste de Dunn ao nível de 5% de probabilidade. ⁽³⁾Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ⁽⁴⁾Trópico Úmido Caupi. ⁽⁵⁾Linhagem. ⁽⁶⁾Não quantificável (< 0,10 mg/kg). ⁽⁷⁾Cultivar comercial. ⁽⁸⁾Acesso. ⁽⁹⁾Plant Introduction.

Observa-se, na Tabela 5, que os genótipos TUC 212 e TUC 248 obtiveram os maiores teores de Fe, diferindo significativamente dos demais. Já os genótipos TUC 220 e PI 487490 obtiveram, respectivamente, os maiores teores de Cu e Mn e TUC 214 está entre os genótipos com maior teor de Zn. TUC 181 obteve o menor teor de Fe e está entre os genótipos com menor teor de Zn e Mn. O menor teor de Cu foi obtido pelo genótipo PI 487490.

Os teores de Fe e Mn foram inferiores aos reportados na literatura (Know..., 2007?; Carnib, 2017; United States, 2019). Os teores de Zn foram superiores ao reportado por United States (2019) e inferiores aos relatados por Carnib (2017). Os teores de Cu foram superiores aos de United States (2019) e encontram-se dentro da faixa relatada por Carnib (2017), com exceção dos genótipos TUC 216, TUC 220 e PI 487490. Os teores médios de Fe, Zn, Mn e Cu são similares ao teor de Fe do brócolis (6 mg/kg), ao teor de Zn da beterraba (5 mg/kg), ao teor de Mn da berinjela (1 mg/kg) e ao teor de Cu da acelga (1 mg/kg) (Tabela..., 2011).

A vagem do feijão-de-metro possui ainda teores médios de P, Mg, Na, Fe e Cu superiores aos valores obtidos na vagem do feijão-vagem (P = 280 mg/kg, Mg = 180 mg/kg, Na = traços, Fe = 4 mg/kg e Cu = 0,6 mg/kg). Já os teores de K, Ca, Zn e Mn são superiores na espécie *Phaseolus vulgaris* (K = 2080 mg/kg, Ca = 410 mg/kg, Zn = 30 mg/kg, Mn = 5 mg/kg) (Tabela..., 2011).

De acordo com a Tabela 6, os genótipos TUC 181 e TUC 220 estão entre os genótipos com maior e menor teor de Mo, respectivamente. Os maiores teores de Sr, Se, Cr e Al podem ser atribuídos aos genótipos PI 487490, TUC 185, TUC 247 e TUC 248, respectivamente. Já os genótipos TUC 212, TUC 248 e PI 487490 estão entre os que obtiveram maior teor de Ba. TUC 181 obteve o menor teor de Sr e TUC 204 o menor teor de Al. Entre os genótipos com menor teor de Se, Ba e Cr estão TUC 248, TUC 216 e TUC 220.

Os teores de Se são superiores ao obtido por United States (2019). Os teores de Mo, Sr, Ba, Cr e Al não foram comparados a outros estudos devido à ausência de dados na literatura referente a esses minerais em vagens de feijão-de-metro.

Em termos nutricionais, um indivíduo adulto deve consumir, diariamente, 14 mg de Fe, 11 mg de Zn, 3 mg de Mn, 0,9 mg de Cu, 0,045 mg de Mo, 0,060 mg de Se e 0,035 mg de Cr (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2020). Dessa forma, 100 g das vagens analisadas neste trabalho atendem de 3,26% a 5,15% do VDR do Fe, 3,90% a 5,03% do VDR do Zn, 3,00% a 5,67% do VDR do Mn, 6,83% a 26,18% do VDR do Cu, 51,11% a 95,56% do VDR do Mo, 15,50% a 29,93% do VDR do Se e 7,34% a 12,46% do VDR do Cr. Ainda de acordo com a norma reguladora (IN nº 75) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, para um alimento ser classificado com alto conteúdo ou fonte de um determinado mineral, o teor desse mineral no alimento deve ser, no mínimo, 30% (alto conteúdo) e 15% (fonte) do seu respectivo VDR. Nesse caso, todos os genótipos analisados no presente trabalho podem ser classificados com alto conteúdo de Mo e apenas alguns genótipos podem considerados como fonte de Cu (TUC 216, TUC 220 e TUC 247). No caso do Se, apenas o genótipo TUC 185 possui alto conteúdo desse mineral e todos os demais podem ser considerados somente fonte.

De uma forma geral, a composição centesimal (umidade, cinzas, fibra total, lipídeos, proteínas e carboidratos) e a variabilidade nos teores de minerais entre alguns genótipos podem ser atribuídas a fatores genéticos, dado que os fatores edafoclimáticos, as condições de plantio, o estágio de maturação das vagens, o manuseio pós-colheita, o período de tempo entre a colheita e o processamento e a metodologia de análise, foram os mesmos. Da mesma forma, a diferença entre os valores obtidos neste trabalho e os reportados na

literatura pode ser atribuída a todos os fatores mencionados anteriormente, inclusive ao fator genético.

Com o intuito de se visualizar similaridades e/ou diferenças entre os genótipos, na análise de componentes principais (PCA) efetuada, selecionou-se os dois primeiros componentes principais (PCs), que juntos possibilitaram uma ordenação bidimensional dos dados, gerando a construção de um gráfico biplot (Figura 1), em que PC1 descreveu 36,21% da variância dos dados e PC2 permitiu explicar 21,84%, totalizando 58,05% da informação disponível.

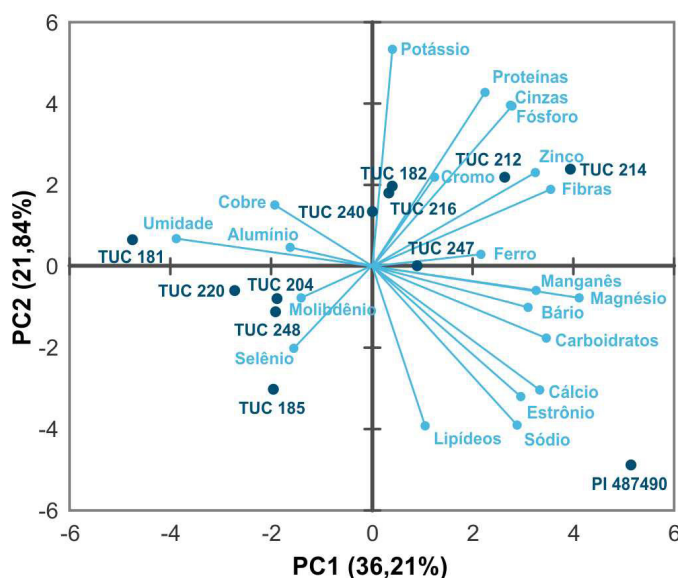


Figura 1. Análise dos componentes principais, dispersão (gráfico biplot) da composição nutricional e mineral dos genótipos de feijão-de-metro.

As amostras TUC 182, TUC 212, TUC 214, TUC 216 e TUC 247 estão correlacionadas e se destacam quanto ao valor nutricional. Os vetores representativos de cinzas, proteínas, fibras, K, Cr, P, Zn e Fe, localizados à direita de PC1 (correlações positivas), indicam que essas variáveis são as principais responsáveis pela discriminação desses genótipos. Particularmente ao que se refere a proteínas e fibras, a identificação de genótipos superiores nessas características torna-se importante para os estudos de melhoramento genético que objetivem cultivares mais nutritivas.

Ainda tratando-se de correlações positivas, o genótipo PI 487490 graficamente se mostrou isolado dos demais, sendo o único genótipo

relacionado aos minerais Mn, Mg, Ba, Ca, Sr e Na, além dos macronutrientes carboidratos e lipídeos. Como já mencionado, lipídeos não são uma característica predominante de leguminosas e, embora esse genótipo se sobressaia entre os demais, seu teor médio de 0,221% (Tabela 3) pouco se destaca nutricionalmente em termos de composição. Quanto a carboidratos, pode-se dizer que, de fato, há uma relevância no seu isolamento dos demais, uma vez que PI 487490, com teor de 7,93%, se mostrou estatisticamente diferente dos demais (Tabela 3) e esse teor pode efetivamente apresentar alguma contribuição nutricional.

A relação do genótipo PI 487490 com os minerais nos indica que todos os teores obtidos foram superiores aos demais e essa diferença fica claramente destacada pela análise de PCA realizada.

Ainda se tratando de minerais, apresentando similaridade entre eles, os genótipos TUC 220, TUC 204, TUC 248 e TUC 185 estão mais associados a molibdênio e selênio. Por sua localização negativa e contrária à maioria dos vetores avaliados, esses genótipos não devem ser priorizados pelo melhoramento genético quando o foco mercadológico for uma composição nutricional superior e diversificada.

Conclusões

Os genótipos de feijão-de-metro obtiveram diferenças entre si quanto aos teores de umidade, cinzas, lipídeos, fibra total, proteínas, carboidratos e composição mineral.

A água é o constituinte encontrado em maior quantidade nas vagens, sendo responsável por mais de 89,01% de sua composição. Os carboidratos representam, em média, 6,97%, as proteínas 2,31%, a fibra total 1,79%, o resíduo mineral fixo 0,520% e os lipídeos 0,144%.

Em termos de minerais, considerando o teor médio obtido, 100 g de vagem in natura atende 71,11% do Valor Diário de Referência do Mo, 21,30% do Se, 13,12% do Cu, 9,29% do Cr, 8,45% do Mg, 6,90% do P, 5,27% do K, 4,41% do Zn, 4,33% do Fe, 4,06% do Mn e 2,59% do Ca. O teor de Na representa 0,07% do valor máximo permitido pela legislação, não oferecendo riscos à

saúde do consumidor. Todos os genótipos podem ser considerados com alto conteúdo de Mo e alguns genótipos como fonte de Cu e Se.

A análise de componentes principais permitiu identificar esses genótipos e associá-los conforme a composição nutricional e teores de minerais específicos. TUC 182, TUC 212, TUC 214, TUC 216 e TUC 247 são os genótipos que se destacam quanto aos teores de proteínas, fibra total, K, P, Fe, Zn e Cr.

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Instrução Normativa Nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, 9 out. 2020. Seção 1, p. 113-124. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/IN+75_2020_.pdf/7d74fe2d-e187-4136-9fa2-36a8dcfc0f8f. Acesso em: 6 maio 2020.
- ANO, A. O.; UBOCHI, C. I. Nutrient composition of climbing and prostrate vegetable cowpea accessions. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 20, p. 3795-3798, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025**: requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. 3. ed. Rio de Janeiro, 2017. 32 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. Gaithersburg: AOAC International, 2010.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. Gaithersburg: AOAC International, 2011. 2590 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Alimentos regionais brasileiros**. 1. ed. Brasília, DF, 2002. 140 p.
- CARDOSO, M. O. **O feijão-de-metro**. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1997.
- CARDOSO, M. O.; BARRETO, J. F. Feijão-de-metro (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. subsp. cv. gr. *sesquipedalis* E. Westphal. In: CARDOSO, M. O. (coord.). **Hortaliças não-convencionais da Amazônia**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1997. p. 21-29.
- CARNIB, L. P. **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.
- DUNN, O. J. Multiple comparisons using rank sums. **Technometrics**, v. 6, n. 3, p. 241-252, 1964.
- GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, D.C.: Agricultural Research Service, 1970. 20 p. (Agriculture handbook, 379).
- HUQUE, A. K. M. M.; HOSSAIN, M. K.; ALAM, N.; HASANUZZAMAN, M.; BISWAS, B. K. Genetic divergence in yardlong bean (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. ssp. *sesquipedalis* Verdc.). **Bangladesh Journal of Botany**, v. 41, n. 1, p. 61-69, 2012.

KANO, C.; CARDOSO, M. O.; BERNI, R. F.; ANTONIO, I. C.; SILVA, A. R. **Produção e nutrição do feijão-de-metro cultivado com biofertilizante**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2018. 25 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 25).

KNOW your IVs Yardlong bean. [S.l.]: AVRDC, [2007?]. Disponível em: http://203.64.245.61/web_crops/indigenous/Yardlong%20bean.pdf. Acesso em: 22 abr. 2021.

KONGJAIMUN, A.; KAGA, A.; TOMOOKA, N.; SOMTA, P.; VAUGHAN, D. A.; SRINIVES, P. The genetics of domestication of yardlong bean, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. ssp. *unguiculata* cv. -gr. *sesquipedalis*. **Annals of Botany**, v. 109, p. 1185-1200, 2012.

KRUSKAL, W. H.; WALLIS, W. A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. **Journal of the American Statistical Association**, v. 47, n. 260, p. 583-621, 1952.

LEVENE, H. Robust testes for equality of variances. In: OLKIN, I. (ed.). **Contributions to Probability and Statistics**. Palo Alto, Califórnia: Stanford University Press, 1960. p. 278-292.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 6 set. 2021.

RODRIGUES, M. C. S. F.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, R. C.; LIMA, L. F. Seleção de genótipos de feijão-de-metro (feijão-verde) [*Vigna unguiculata* (L.) Walp], cv-gr. *Sesquipedalis* para composição do ensaio de valor de cultivo e uso (VCU). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 21., 2017, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2017.

RODRIGUES, M. C. S. F.; SOARES, A. S.; SILVA, R. C.; SANTOS, T. P. S.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; RODRIGUES, J. E. L. F. 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.

SASAKI, M. **Lipídeos, carboidratos e proteínas de sementes de leguminosas do cerrado**. 2008. 83 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete sample). **Biometrika**, v. 52, n. 3, p. 591-611, 1965.

STEPHENS, J. M. **Bean, Yard-Long - *Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis* (L.) Verde**. Gainesville: University of Florida, 2018. Disponível em: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/MV/MV02900.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2021.

TABELA Brasileira de composição de alimentos: TACO. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p.

TOPPO, S.; DEVI SINGH, D. Evaluation trial in yard long bean (*Vigna unguiculata* ssp. *Sesquipedalis* (L.) Verdic.) in allahabad agro-climatic condition. **Global Journal of Bio-Science and Biotechnology**, v. 7, n. 3, p. 447-450, 2018.

UNITED STATES. Department of Agriculture. **FoodData Central**. 2019. Disponível em: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169222/nutrients>. Acesso em: 22 abr. 2021.

UNITED STATES. Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. **Plant guide: Yardlong bean: *Vigna unguiculata* (L.) Walp. ssp. *sesquipedalis* (L.) Verdc**. Washington, D.C., 2012. Disponível em: https://plants.usda.gov/DocumentLibrary/plantguide/pdf/pg_vius2.pdf. Acesso em: 22 abr. 2021.



Amazônia Oriental

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



CGPE 017769