



Qualidade nutricional e armazenamento de variedades de feijão-caupi cultivados no Juruá, Acre

Nutritional quality and storage of cowpea varieties cultivated in Juruá, Acre

DOI: 10.55905/rdelosv16.n43-017

Recebimento dos originais: 25/04/2023

Aceitação para publicação: 24/05/2023

Guiomar Almeida Sousa

Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia

Instituição: Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC)

Endereço: Rio Branco – AC, Brasil

E-mail: guiomar.sousa@ifac.edu.br

Amauri Siviero

Doutor em Agronomia

Instituição: Embrapa Acre

Endereço: Rio Branco – AC, Brasil

E-mail: amauri.siviero@embrapa.br

Altemir da Silva Braga

Doutor em Estatística e Experimentação Agronômica

Instituição: Universidade Federal do Acre (UFAC)

Endereço: Rio Branco – AC, Brasil

E-mail: altemir.braga@ufac.br

Priscila Zaczuk Bassinello

Doutora em Ciência de Alimentos

Instituição: Embrapa Alimentos e Territórios

Maceió - AL, Brasil

E-mail: priscila.bassinello@embrapa.br

Rosana Cavalcante dos Santos

Doutora em Agronomia

Instituição: Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC)

Endereço: Rio Branco – AC, Brasil

E-mail: rosana.santos@ifac.edu.br

Francisco Álvaro Viana Felisberto

Bacharel em Ciências Biológicas

Instituição: Embrapa Acre

Endereço: Rio Branco – AC, Brasil

E-mail: francisco.felisberto@embrapa.br



Mauro Cesar Teixeira

Bacharel em Química

Instituição: Embrapa Arroz e Feijão

Endereço: Santo Antônio de Goiás – GO, Brasil

E-mail: mauro.cesar@embrapa.br

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a qualidade nutricional de variedades de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) cultivados no Acre em função de embalagens e tempo de armazenamento. Amostras de oito variedades de feijão-caupi das safras 2020 e 2021 contendo 250 g de grãos foram coletadas em Marechal Thaumaturgo, Acre. As amostras foram identificadas nos tratamentos: embalagem a vácuo, silo bolsa, embalagem tradicional no tempo zero e após 12 meses de armazenamento sendo submetidas às análises de biometria, massa de 100 grãos, umidade, proteína, cinzas, lipídios, fibras, carboidratos, valor energético, teores de antocianinas e coloração. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com três repetições por variedade. Os grãos de feijão-caupi testados diferem entre si em tamanho, massa de 100 grãos, em todos os constituintes nutricionais e coloração mostrando alta variabilidade genética. Os feijões de cor clara não apresentaram antocianinas enquanto a variedade Preto de Praia foi aquela que apresentou maior teor de antocianinas. O armazenamento dos grãos por 12 meses não alterou as propriedades nutricionais, entretanto ocorreu o escurecimento dos grãos em variedades de cor clara nas três embalagens analisadas. A embalagem a vácuo foi aquela que preservou melhor a cor e os teores de antocianinas das amostras de feijão-caupi coloridas e pretas.

Palavras-chave: Amazônia, feijões crioulos, *Vigna unguiculata*.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the nutritional quality of varieties of cowpea (*Vigna unguiculata*) grown in Acre as a function of packaging and storage time. Samples of eight varieties of cowpea from the 2020 and 2021 harvests containing 250 g of grains were collected in Marechal Thaumaturgo, Acre. The samples were identified in the treatments: vacuum packaging, silo bag, traditional packaging at zero time and after 12 months of storage being submitted to biometry analysis, mass of 100 grains, moisture, protein, ash, lipids, fibers, carbohydrates, value energy, anthocyanin contents and color. The design used was completely randomized with three replications per variety. The cowpea grains tested differ among themselves in size, mass of 100 grains, in all nutritional constituents and in color, showing high genetic variability. Light-colored beans did not have anthocyanins, while the Preto de Praia variety had the highest anthocyanin content. Grain storage for 12 months did not alter the nutritional properties, however grain darkening occurred in light-colored varieties in the three packages analyzed. Vacuum packing was the one that best preserved the color and anthocyanin contents of the colored and black cowpea samples.

Keywords: Amazon; creole beans, *Vigna unguiculata*.



1 INTRODUÇÃO

Feijões são excelentes fontes de nutrientes essenciais ao ser humano. É a principal fonte de proteínas para pessoas de baixo poder aquisitivo, caso de populações como as do interior da Amazônia, pois o acesso/custo de sua proteína é menor em relação às proteínas de origem animal (Bassinello, 2021).

A espécie *Vigna unguiculata*, identificada por nomes populares como feijão-caupi, feijão-macassar, feijão-frade, feijão-de-corda ou feijão-de-praia, é comumente cultivada na Amazônia nas praias na época da baixa dos rios (Freire Filho, Rocha, Silva, Ribeiro, & Nogueira, 2011).

O Acre apresenta riqueza de variedades de feijão-caupi e de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*). A regional do Alto Juruá se destaca como importante centro de diversidade de variedades das duas espécies, resultado em parte do isolamento geográfico e da heterogeneidade de agricultores familiares tradicionais e indígenas locais. Na região do Alto Juruá foram reportadas 12 variedades de feijão-caupi e 16 variedades de feijão-comum, totalizando 28 variedades crioulas. O município de Marechal Thaumaturgo é onde está a maior riqueza sendo reportadas 12 distintas variedades de *V. unguiculata* cultivadas nas várzeas do município (Mattar, Oliveira, Araújo & Jesus, 2017; Sousa, Hernandez, Damasceno, Mattar & Siviero, 2021).

As variedades de feijão-caupi da região do Alto Juruá são cultivadas no sistema agroecológico orgânico nas áreas de praias formadas nas margens dos rios inundados anualmente durante a época das cheias amazônicas, sem adição de corretivos e agroquímicos. O agricultor semeia os grãos em covas abertas com enxada ou plantadeira manual nas várzeas dos rios, realizando uma ou duas capinas conforme a necessidade. A colheita é realizada manualmente, e os grãos submetidos a secagem natural ao sol em terreiros (Mattar et al., 2016; Diniz, et al., 2020b).

Estudos conduzidos com variedades de feijões do Acre têm destacado alta variabilidade genética em características físicas e físico-químicas incluindo o feijão-caupi, além de apresentarem variação nos teores de nutrientes entre si (Oliveira et al., 2015; Diniz et al., 2020a; Gomes, Lima, Mattar, Ferreira, & Vale, 2012; Lima, Gomes, Mattar, Ribeiro, & Ferreira, 2014a).

Nesse aspecto, variedades locais de feijão-caupi crioulo podem ser fontes de características desejáveis para o desenvolvimento de novas variedades principalmente para locais com predominância de estresses hídricos e nutricionais e adaptação os tipos de solos tão diversificados (Almeida & Dias, 2001).



Gomes et al., (2012) pesquisou aspectos nutricionais das variedades de feijão-caupi: Branco de Praia, Manteiguinha, Quarentão, Mudubim de Rama e Preto de Praia, onde encontraram percentuais de 23,12 a 24,62% de proteínas, 2,02 a 2,84% de lipídios, 3,18 a 3,64% de cinzas e de 4,22 a 4,91% de fibra bruta.

Estudos com feijão tem demonstrado que em adição ao seu valor nutricional, são encontradas significativas quantidades de fenólicos como os ácidos fenólicos, flavonoides e as antocianidinas (Madhujith & Shahidi, 2005). Sendo estes responsáveis por desempenhar no organismo humano atividade anticarcinogênicas e antioxidantes (Aparicio-Fernandez, Manzo-Bonilla & Loarca-Piña, 2005). As antocianinas representam o maior grupo de pigmentos solúveis em água, de cores variadas que vão do vermelho ao azul utilizados como corantes naturais e presentes em folhas, flores e frutos (Brouillard, 1983).

O conteúdo de ácidos fenólicos em feijão cru varia entre 674,4 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e 677,4 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de flavonóides. Os flavonóides presentes nos grãos de *P. vulgaris* são: catequina, caempferol, quercetina, miricetina e procianidinas (Díaz-Batalla, Widholm & Fahey Junior, 2006). Sombié et al., (2018) esclarece que esses compostos são concentrados no tegumento do feijão, e que em variedades de feijão-caupi coloridos apresentam maior quantidade (Vieira, Bezerra & Santos, 2021).

Nesse aspecto, o armazenamento torna-se etapa fundamental para manutenção dos caracteres do feijão, levando-se em consideração atributos como: umidade, embalagem e riqueza nutricional. O controle dessas variáveis é essencial pois auxilia na manutenção dos aspectos nutricionais, de sensorialidade e saudabilidade. Pois nessa etapa insetos podem se desenvolver nos grãos, consumindo sua massa e ainda abrindo caminho para outros organismos como os fungos (Faroni & Silva, 2008).

Estudos tem apontado que embalagens em polietileno com espessuras diferenciadas e à vácuo são consideradas boas alternativas para o armazenamento de feijões não apresentando variação significativa na umidade dos grãos. A embalagem a vácuo, quando utilizada no armazenamento de grãos torna-se uma alternativa viável para redução da atividade enzimática gerando baixa concentração de oxigênio, prevenindo o endurecimento e escurecimento dos grãos (Lima, Tomé, & Abreu, 2014b). O silo bolsa é uma embalagem para uso em campo, com o objetivo de criar uma atmosfera sem oxigênio para impedir o desenvolvimento de pragas e insetos durante o armazenamento dos grãos.



A cor dos grãos de feijão é um atributo que define sua aceitação ou não pelo consumidor, sendo a preferência por grãos claros (Schoeninger, Silochi, Tonini, Batista, & Lorin, 2014). Para determinação da cor o diagrama de cores CIELAB ou CIE $L^* a^* b^*$ tem sido bastante utilizado como uma representação tridimensional para a percepção do estímulo de cores.

A qualidade de um feijão durante o armazenamento está diretamente relacionada ao seu escurecimento e endurecimento, grãos de tegumento escuros são associados a grãos envelhecidos e de difícil cozimento. Esse processo está relacionado à presença de compostos fenólicos (principalmente taninos), por meio da oxidação por enzimas polifenoloxidasas e peroxidases deixando os grãos escurecidos (Marles, Vandenberg, & Bett, 2008). Siqueira et al. (2016) relatam que a velocidade do escurecimento dos grãos de feijão é dependente do genótipo, no entanto, todas as variedades escurecem com o passar do tempo

A literatura é escassa em informações sobre qualidade nutricional em função do armazenamento das variedades de feijões cultivados pelos agricultores familiares ao longo do rio Juruá, evidenciando a necessidade de estudos aprofundados. Nesse aspecto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar características biométricas, a qualidade nutricional e aspectos tecnológicos de variedades de feijão-caupi (*V. unguiculata*) cultivados na Regional Alto Juruá, Acre, em função de embalagens diferenciadas e do tempo de armazenamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste estudo oito variedades de feijão-caupi foram adquiridas junto a agricultores familiares no mês de agosto de 2020, época da safra de feijão no município de Marechal Thaumaturgo. Este local foi escolhido por abrigar a maior diversidade de feijão-caupi do estado do Acre (Sousa et al., 2020). Cada variedade foi obtida junto aos agricultores nas propriedades rurais.

Foram avaliadas as variedades: Quarentão, Manteiguinha Roxo, Manteiguinha Branco, Corujinha Vermelho, Corujinha Preto, Arigozinho, Preto de Praia e Costela de Vaca (Figura 1). As variedades foram transportadas até o Laboratório de Alimentos do Instituto Federal do Acre – Ifac, Campus Baixada do Sol em Rio Branco, onde foram selecionadas para retirada de grãos defeituosos, demais impurezas e armazenadas.



Figura 1. Aspecto geral das variedades de feijão-comum *V. unguiculata* avaliados na pesquisa.



Foto: Guiomar Sousa.

As amostras foram envasadas em embalagens de 250 g nos tratamentos: tempo zero de armazenamento (T01), embalagem à vácuo (EV), silo bolsa (SB) e embalagem tradicional (ET), para ser analisadas nos tempos zero (T01 e T02) e aos 12 meses de armazenamento (EV, SB e ET), à temperatura e umidade com média de 27°C e 60 % de acordo com Figura 2 a, b e c. O tratamento T02 correspondeu ao mesmo material genético, porém, cultivado em 2021. Essas amostras foram analisadas apenas no tempo zero de armazenamento, não sofrendo testes de armazenamento ou embalagem.

Figura 2. Aspecto geral das amostras de feijão-caupi embalados em embalagem à vácuo EV (a); embalagem silo bolsa, SB (b); e embalagem tradicional em saco plástico sem vácuo, ET (c), armazenados, Acre, 2023.



Fotos: Guiomar Sousa

A embalagem à vácuo foi produzida com poliéster e polietileno com espessura de 25 µm nas dimensões 195x120 mm de comprimento e largura. Para o envase foi utilizado seladora à vácuo semi-industrial modelo: SV-600LW, fabricado pela Cetro Embalagens, em Baurú-SP. Foi utilizado vácuo de 0,08 MPa. O envase desse tratamento foi realizado na Empresa Olam, Óleos da Amazônia, em Rio Branco, Acre (Figura 2a).

A embalagem do tipo silo bolsa (Figura 2b) foi produzida a partir polietileno de alta densidade (PEAD) formada duas camadas internas pretas e uma externa de cor branca constituída de dióxido de titânio (DuPont Ti-Pure®), com 160x160 mm de comprimento e largura. A

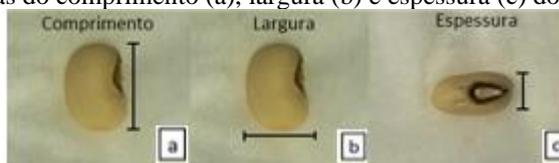


embalagem tradicional (Figura 2c), foi em polietileno de baixa densidade (PEBD), com espessura de 12 μm com 150x170 mm de comprimento e largura, seladas no Laboratório de Monitoramento de Pragas da Universidade Federal do Acre, Ufac, em seladora de pedal.

As variedades dos tratamentos T01 e T02 foram analisadas quanto às medidas biométricas registrando-se o comprimento, altura e espessura, conforme Figura 3. As medidas foram tomadas a partir de uma amostra de 100 grãos, com uso de paquímetro digital. A pesagem foi realizada em gramas usando balança de precisão semi-analítica.

Para a realização das análises da qualidade nutricional, as amostras foram trituradas em moinho de facas tipo Willey, modelo SL-31, com peneira de 20 mesh acoplada ao equipamento. As análises de composição centesimal: umidade, proteínas, lipídios e cinzas, foram realizadas de acordo com metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). Os resultados para fibra bruta foram obtidos de acordo com método da AOCS Approved Procedure Ba 6^a. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Embrapa Acre (Instituto Adolfo Lutz (2005).

Figura 3. Medidas do comprimento (a), largura (b) e espessura (c) dos grãos de feijão.



Fonte: Guiomar Sousa

Os teores de carboidratos das amostras foram calculados por diferença, por meio da fórmula: carboidratos = 100 – (umidade + proteína + cinzas + lipídios). O valor energético foi expresso em $\text{Kcal.g}100^{-1}$ obtido de acordo os coeficientes de Atwater (Watt & Merrill, 1963). As análises das antocianinas dos grãos de feijão foram realizadas de acordo com metodologia descrita por Abdel-Aal et al. (2006); Abdel-Aal; Huel (1999) no Laboratório de Grãos e Subprodutos da Embrapa Arroz Feijão em Santo Antônio de Goiás – GO. Todos os resultados foram expressos em base úmida.

Para a determinação da cor das variedades de feijão foram utilizados o diagrama de cores CIELAB ou CIE $L^* a^* b^*$, utilizando-se colorímetro Konica Minolta Chroma Meter CR-5 (Hunterlab, 1998), utilizando-se amostras de grãos inteiros e limpos. Os valores resultantes foram as coordenadas de Hunter, sendo L^* (branca, 100 à preta 0); a^* , (vermelha, +a, a verde -a) e b^* (amarela +b, a azul -b). As análises foram realizadas no Laboratório da Embrapa Acre.



Para o tratamento estatístico dos dados, o delineamento utilizado foi inteiramente causalizado, DIC, com três repetições. Os dados foram tratados por meio do programa operacional R Studio 4.05, aplicando-se o teste de Shapiro-wilk e Bartlett. Foi aplicado a análise de variância, ANAVA, e o teste de F. Além desses, para verificação da significância entre médias diferentes, foi aplicado o Teste de Tukey ($P < 0,05$).

Foram consideradas as oito variedades sendo as parcelas experimentais. Os tratamentos corresponderam às embalagens nos tempos de armazenamento 0 e 12 meses. Foram realizadas as comparações dos resultados entre as amostras do tratamento T02 e T01, visando verificar a qualidade inicial dos grãos cultivados nos anos 2020 (T01) e 2021 (T02), e também a qualidade do armazenamento nos diferentes tratamentos por meio da comparação entre as amostras T01, EV, SB e ET. Para todos os resultados das análises, cada parâmetro foi avaliado de forma individualizada entre e dentro de cada tratamento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das medidas biométricas estão demonstrados nas Tabelas 1 e 2. Os valores biométricos da variedade Quarentão se destacaram das demais apresentando as maiores dimensões entre os grãos em relação as outras variedades (Tabela 1).

Tabela 1. Medidas biométricas dos grãos de variedades de feijão-caupi do Juruá, Acre. Feijão safra 2020 (T01) e safra 2021 (T02).

Variedades	T02	T01	T02	T01	T02	T01
	Comprimento (mm)		Largura (mm)		Espessura (mm)	
Quarentão	11,09±0,73 ^{Aa}	11,23±0,57 ^{Aa}	7,52±0,43 ^{Aa}	7,60±0,49 ^{Aa}	4,79±0,35 ^{Aa}	5,39±0,37 ^{Aa}
Costela de Vaca	8,60±0,72 ^{Ab}	8,68±1,06 ^{Ab}	6,37±0,41 ^{Ab}	6,52±0,38 ^{Ab}	4,39±0,30 ^{Ab}	4,85±0,32 ^{Ab}
Manteiguinha Branco	5,84±0,33 ^{Af}	5,86±0,46 ^{Af}	4,55±0,26 ^{Be}	4,77±0,45 ^{Af}	4,39±0,21 ^{Be}	3,78±0,31 ^{Ad}
Corujinha Vermelho	7,82±0,40 ^{Ac}	7,66±0,46 ^{Ad}	5,97±0,30 ^{Ac}	5,74±0,30 ^{Bd}	5,27±0,26 ^{Ac}	4,89±0,29 ^{Ab}
Manteiguinha Roxo	6,40±0,56 ^{Ae}	6,38±0,62 ^{Ae}	5,51±0,34 ^{Ad}	5,36±0,39 ^{Ae}	5,42±0,26 ^{Ad}	4,39±0,31 ^{Ac}
Arigozinho	-	8,30±0,71 ^{bc}	-	6,23±0,49 ^c	-	4,92±0,41 ^b
Corujinha Preto	8,48±0,51 ^{Ab}	8,18±0,43 ^{Bc}	6,32±0,25 ^{Ab}	6,32±0,29 ^{Abc}	4,93±0,25 ^{Ab}	5,33±0,29 ^{Aa}
Preto de Praia	6,91±0,86 ^{Bd}	7,62±0,70 ^{Ad}	6,19±0,44 ^{Ab}	6,06±0,62 ^{Ac}	5,14±0,34 ^{Ac}	4,83±0,39 ^{Ab}

Letras maiúsculas diferentes nas linhas indica diferença entre os tratamentos e letras minúsculas em cada coluna indicam diferença entre as variedades pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Fonte: Os autores.

A variedade Manteiguinha Branco apresentou as menores dimensões: 5,84±0,33 mm 4,55±0,26, e 3,78±0,31 mm para os caracteres de comprimento, largura e espessura, concordando com o trabalho de Siviero et al. (2017). Os autores também encontraram a variedade Quarentão como de maior tamanho e a Manteiguinha Branco como a menor, com medidas de comprimento,



largura e espessura de $5,72\pm 0,07$, $4,39\pm 0,05$ e $3,72\pm 0,05$ mm, respectivamente. Foram observadas diferenças significativas entre os resultados biométricos das amostras das duas safras, apenas para as variedades Corujinha Preto e Preto de Praia (Tabela 1).

Os resultados das medidas da massa de 100 grãos das amostras variaram de 7,39 g a 30,05 g (Tabela 2), os das análises de umidade variaram entre 13,01 e 8,74%. O maior valor de umidade foi 13,01% para a variedade Manteiguinha Branco diferindo dos demais resultados. Entre os tratamentos T01 e T02, verificou-se diferença para a maioria das variedades nos dois anos amostrados. Siviero et al. (2017) fizeram medidas nos grãos encontrando valores entre 12,0% e 13,6%, valores mais altos que as amostras T01 do atual estudo. Como é sabido, maior quantidade de umidade nos grãos aumenta, conseqüentemente, a sua massa.

Tabela 2. Resultados de umidade e massa de 100 grãos de variedades de feijão-caupi do Juruá, Acre. Safras 2020 (T01) e 2021 (T02).

Variedades	T02	T01	T02	T01
	M. 100 grãos (g)		Umidade (%)	
Quarentão	30,05 ^{Aa}	29,98 ^{Aa}	11,28 ^{Abc}	9,88 ^{Aab}
Costela de Vaca	17,87 ^{Ab}	18,99 ^{Bb}	11,96 ^{Ab}	9,35 ^{Bbc}
Manteiguinha Branco	7,39 ^{Ae}	8,53 ^{Ae}	13,01 ^{Aa}	9,12 ^{Bbcd}
Corujinha Vermelho	13,63 ^{Ac}	13,82 ^{Ac}	11,56 ^{Abc}	10,57 ^{Ba}
Manteiguinha Roxo	10,74 ^{Ad}	10,20 ^{Bd}	10,94 ^{Ac}	10,57 ^{Aa}
Arigozinho	-	15,27 ^c	-	8,74 ^{cd}
Corujinha Preto	18,41 ^{Ab}	18,65 ^{Ab}	11,85 ^{Ab}	8,76 ^{Bcd}
Preto de Praia	13,43 ^{Ac}	13,93 ^{Ac}	11,77 ^{Ab}	8,31 ^{Bd}

Letras maiúsculas diferentes nas linhas indica diferença entre os tratamentos e letras minúsculas em cada coluna indicam diferença entre as variedades pelo teste de Tukey ($P<0,05$). Fonte: Os autores.

Para os feijões armazenados em diferentes embalagens, não foram alterados os percentuais de umidade e nem o aspecto físico dos grãos (Tabela 3). Alves e Lin (2003) pesquisaram qualidade de feijão em diferentes embalagens e verificaram que teores de umidade em torno de 11% apresentaram melhor qualidade independente da embalagem utilizada. Bragantini (2005) afirma que existe influência da embalagem sobre a qualidade fisiológica de sementes durante o tempo de armazenamento.

Para as análises de proteínas foram encontrados quantitativos que se diferenciam entre os tratamentos T02 e T01 e entre as variedades, (Tabela 3). Os valores propostos para os teores de proteínas em grãos de feijão-caupi são elevados quando comparados à média disponibilizada na Taco, que sugere valor de proteínas em $20,20 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para o feijão-caupi variedade fradinho (Taco, 2011). Feijões são conhecidos pela sua riqueza em proteínas. Anjos et al. (2016)



encontraram valores de até 28,52 g.100⁻¹ de proteínas em variedade de feijão caupi-preto. Gomes et al. (2012) analisaram os teores de proteínas em feijão-caupi coletado em mercado de Cruzeiro de Sul, Acre, onde foi detectado valor de 23,12 g.100g⁻¹ na variedade Manteiguinha Branco.

Os maiores teores de proteínas nos feijões-caupi crioulos encontrados nas variedades do Alto Juruá podem ser atribuídos à riqueza dos solos das áreas conforme descrito por Jesus et al. (2017). Santalla, Sevillano, Monteagudo, Ron, (2004) esclarecem que grãos de feijões do tipo crioulos tendem a ser mais proteicos chegando até 35,20 g.100g⁻¹ de proteínas, enquanto feijões comerciais podem atingir no máximo até 28,7 g.100g⁻¹ (Sathe, 2002).

Tabela 3. Resultados das análises de composição nutricional em amostras de feijão-caupi do Juruá, Acre, armazenadas por doze meses. Feijão safra 2020 (T01); feijão safra 2021 (T02); embalagem à vácuo (EV); silo bolsa (SB) e embalagem tradicional ET).

Variedades	T02	T01	EV	SB	ET
Umidade (g.100g⁻¹)					
Quarentão	11,28 ^{Abc}	9,87 ^{Aab}	9,98 ^{Aabc}	9,75 ^{Aab}	9,83 ^{Aa}
Costela de Vaca	11,96 ^{Ab}	9,35 ^{Cbc}	9,21 ^{Cbcd}	9,09 ^{Cbc}	10,05 ^{Ba}
Manteiguinha Branco	13,01 ^{Aa}	9,12 ^{Bbcd}	10,14 ^{Bab}	9,79 ^{Bab}	9,99 ^{Ba}
Corujinha Vermelho	11,56 ^{Abc}	10,57 ^{Ba}	10,61 ^{ABa}	10,35 ^{Ba}	10,16 ^{Ba}
Manteiguinha Roxo	10,94 ^{Ac}	10,57 ^{Aa}	9,96 ^{Aabc}	9,95 ^{Aa}	10,29 ^{Aa}
Arigozinho	-	8,73 ^{AcD}	8,95 ^{AcD}	8,68 ^{Ac}	9,25 ^{Aa}
Corujinha Preto	11,85 ^{Ab}	8,75 ^{Bcd}	8,97 ^{Bcd}	9,11 ^{Bbc}	9,48 ^{Ba}
Preto de Praia	11,77 ^{Ab}	8,30 ^{Cd}	8,53 ^{Cd}	10,05 ^{Ba}	9,60 ^{Ba}
Proteínas (g.100g⁻¹)					
Quarentão	24,91 ^{Ac}	24,30 ^{Ac}	25,00 ^{Aab}	25,53 ^{Ab}	25,63 ^{Abc}
Costela de Vaca	25,04 ^{Bc}	27,04 ^{Aab}	26,74 ^{ABa}	25,88 ^{Ab}	26,19 ^{Aab}
Manteiguinha Branco	27,82 ^{Aa}	27,42 ^{Aa}	26,80 ^{Aa}	26,90 ^{ABab}	27,60 ^{Aa}
Corujinha Vermelho	26,45 ^{Aab}	24,58 ^{Ac}	24,19 ^{Abc}	25,15 ^{Ab}	24,85 ^{Ac}
Manteiguinha Roxo	24,58 ^{Ac}	22,36 ^{Cd}	22,96 ^{BCc}	22,54 ^{BCc}	23,90 ^{ABc}
Arigozinho	-	24,93 ^{Ac}	24,93 ^{Aabc}	25,72 ^{Ab}	25,62 ^{Abc}
Corujinha Preto	27,13 ^{Aa}	25,69 ^{Bbc}	25,81 ^{Bab}	26,31 ^{Aab}	25,62 ^{Bbc}
Preto de Praia	26,77 ^{ABbc}	24,19 ^{Cc}	25,35 ^{BCab}	26,48 ^{Aa}	25,37 ^{BCbc}
Lipídios (g.100g⁻¹)					
Quarentão	1,62 ^{Aab}	1,01 ^{Be}	1,01 ^{Bc}	1,07 ^{Bd}	1,23 ^{ABa}
Costela de Vaca	1,60 ^{Aab}	1,75 ^{Aa}	1,24 ^{Bb}	1,26 ^{Bb}	1,39 ^{Ba}
Manteiguinha Branco	1,71 ^{Aa}	1,74 ^{Aab}	1,09 ^{Bc}	1,09 ^{Bcd}	1,14 ^{Ba}
Corujinha Vermelho	1,48 ^{Bbc}	1,67 ^{Aab}	1,44 ^{Ba}	1,57 ^{ABa}	1,17 ^{Ca}
Manteiguinha Roxo	1,32 ^{Ac}	1,28 ^{Ad}	1,05 ^{Bc}	1,12 ^{ABd}	1,26 ^{ABa}
Arigozinho	-	1,55 ^{Abc}	1,43 ^{Aa}	1,48 ^{Aa}	1,24 ^{Aa}
Corujinha Preto	1,64 ^{Aab}	1,37 ^{AcD}	1,22 ^{Ab}	1,24 ^{Abc}	1,56 ^{Aa}
Preto de Praia	1,50 ^{Ab}	1,05 ^{Ce}	1,20 ^{Bb}	1,18 ^{Bbcd}	1,15 ^{BCa}
Cinzas (g.100g⁻¹)					
Quarentão	3,72 ^{Aa}	3,87 ^{Aa}	3,90 ^{Aab}	4,37 ^{Aa}	3,70 ^{Aa}
Costela de Vaca	3,20 ^{Bc}	3,50 ^{Ab}	3,50 ^{Ab}	3,40 ^{ABa}	3,32 ^{ABa}
Manteiguinha Branco	3,42 ^{Aabc}	3,63 ^{Aab}	3,72 ^{Aab}	3,61 ^{Aa}	3,18 ^{Aa}
Corujinha Vermelho	3,62 ^{Aab}	3,79 ^{Aab}	3,90 ^{Aab}	3,74 ^{Aa}	3,64 ^{Aa}
Manteiguinha Roxo	3,62 ^{Aab}	3,84 ^{Aa}	4,02 ^{Aa}	3,60 ^{Aa}	3,17 ^{Aa}
Arigozinho	-	3,68 ^{Aab}	3,78 ^{Aab}	4,61 ^{Aa}	3,56 ^{Aa}
Corujinha Preto	3,34 ^{Bbc}	3,67 ^{Aab}	3,70 ^{Aab}	3,69 ^{Aa}	3,47 ^{ABa}



Preto de Praia 3,38^{Babc} 3,85^{Aa} 3,69^{ABab} 3,71^{ABa} 3,52^{ABa}

As letras maiúsculas em cada linha mostram a diferença entre os tratamentos (embalagens) e letras minúsculas em cada coluna indicam diferença entre as variedades pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Fonte: Os autores.

A baixa umidade dos grãos pode ter contribuído para evitar a perda da qualidade proteica das amostras. Mello (2013) relata que a deterioração dos grãos pode ser controlada durante o armazenamento com tecnologia que reduza o metabolismo do grão evitando a deterioração de compostos de reserva e a formação de compostos oxidantes. Aguilera e Rivera (1992) ressaltam que para feijões armazenados com 10% de umidade ou menos, o período de armazenamento tem pouco ou nenhuma influência sobre a qualidade do produto. O que é corroborado com os resultados do atual estudo, já que umidades das amostras armazenadas estiveram com percentual baixo.

Os resultados das análises de lipídios (Tabela 3) demonstram que as variedades de feijão-caupi se diferenciam. A diferença entre T02 e demais tratamentos parece maior, entretanto, tanto o tratamento T02 quanto o T01 se diferenciam da EV, SB e ET. Feijões são conhecidos por apresentarem baixos teores de lipídios. Os resultados da literatura corroboram com os encontrados na atual pesquisa. Antova, Stoilova & Ivanova (2014) verificaram percentual de 1,3 a 1,9 g.100g⁻¹ de lipídios em variedades de feijão crioulo. Lima et al. (2014a) detectaram teores de lipídios variando de 1,84 a 2,21 g.100g⁻¹ nas variedades de feijão-caupi do Alto Juruá.

O comportamento dos lipídios durante o armazenamento das variedades crioulas do Juruá não apresentara variações entre os tratamentos T01, EV, SB. Esses resultados divergem daqueles publicados por Ribeiro, Prudêncio, Miyagui & Ribeiro (2009) que reportou diminuição significativa nos resultados para lipídios em testes de envelhecimento acelerado de grãos.

Para cinzas, os resultados demonstraram que entre os tratamentos, a maioria das variedades apresentaram valores iguais. O tratamento T01 tivera valores de (g.100g⁻¹): 3,84 para Manteiguinha Roxo e 3,50 para Quarentão. Sendo essa a apresentar o menor valor dentre todas as variedades nas duas safras, (Tabela 3).

Pesquisa semelhante realizada com grãos de feijão-caupi da variedade Arigozinho revelaram valores de cinzas de 2,87 g.100g⁻¹ (Lima et al., 2014a). Bezerra et al. (2019) reportaram valores de tores de cinzas entre 3,20 e 4,62 g.100g⁻¹ em oito variedades de feijão-caupi. Gomes et al. (2012) pesquisaram o conteúdo de cinzas de variedades de feijão-caupi do

Alto Juruá revelando uma amplitude de $3,18 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$ a $3,98 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$, corroborando com os resultados encontrado nesta pesquisa.

Para os resultados de carboidratos das variedades (Tabela 4), a comparação entre os tratamentos T01 e T02, demonstra que o tratamento T01 apresentou resultados superiores aos do T02 apenas para as variedades Quarentão ($71,19 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$), e Manteiguinha Roxo ($72,52 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$) diferenciando-se do restante das variedades. Demais amostras do tratamento tiveram resultados entre $70,82 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$ e $67,20 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$, de acordo com a Tabela 4.

A média dos valores de referência nos teores de carboidratos do feijão-caupi que constam na Taco (2011) é $73,9 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$, o que coincide com valores encontrados no atual estudo. Os valores de carboidratos de $72,84 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$ em feijão-caupi foram reportados na variedade crioula Costela de Vaca cultivada no Acre (Bezerra et al., 2019).

Quanto ao efeito do armazenamento das amostras verificou-se que o teor de carboidratos das amostras permaneceu inalterados ($P < 0,05$) entre o tempo zero e 12 meses. Nasar-Abbas et al. (2008) armazenou feijões à 5, 15, 25, 37 e 45°C relatando que amostras armazenadas à temperatura $\leq 25^{\circ}\text{C}$ demonstraram estabilidade para a maioria dos constituintes nutricionais. Lima (2017), no seu estudo com armazenamento de feijão-caupi à temperatura de 21°C em sacos de tecido revelou que o teor de carboidratos reduziu sensivelmente aos seis meses após armazenagem;

Para o valor energético, (Tabela 4), os tratamentos T02 e T01 demonstraram valores iguais, exceto para Quarentão. Nesse tratamento, o feijão Manteiguinha Branco ($394,17 \text{ kcal.}100\text{g}^{-1}$) é a variedade com maior percentual igualando-se ao Arigozinho, Costela de Vaca e Corujinha Vermelho. Porém, diferenciando das demais, ($P < 0,05$).

Os resultados encontrados nos valores energéticos para as variedades crioulas estudadas demonstraram que essas variedades são excelentes fontes energéticas, estando em consonância com os trabalhos com feijões já divulgados na literatura (Altoé, 2018; Bezerra et al., 2019; Lima, 2017). Bezerra et al. (2019) encontrou teores com valores entre $379,24$ e $391,79 \text{ kcal.}100\text{g}^{-1}$, para feijão-caupi procedente de Campina Grande, PB.

Durante o tempo de armazenamento, a comparação entre T02 e T01 demonstrou que o conteúdo de energia foi diferente apenas para a variedade Quarentão e Preto de Praia. As amostras não se diferenciaram do tempo zero, exceto para a variedade Corujinha Vermelho que apresentou resultado menor nos tratamentos EV e ET. Lima (2017) também não encontrou



diferença significativa para os teores de valor energético de cultivares de feijão-comum armazenados pelo tempo de seis meses à temperatura de 25°C.

Para fibra bruta (Tabela 5), no tratamento T02, os valores oscilaram entre 5,76 g.100g⁻¹ para o feijão Manteiguinha Branco e 3,49 g.100g⁻¹ para o Quarentão. Entre esses tratamentos, houve diferença significativa apenas para as variedades Manteiguinha Branco e Corujinha Preto (SB). Gomes et al. (2012) encontraram 4,85 g.100g⁻¹, para feijão Manteiguinha Branco valor menor que a atual pesquisa (5,76 g.100g⁻¹). Feijão-caupi foi reportado por ajudar a baixar níveis de colesterol em função da alta quantidade de fibras alimentares do tipo solúvel (Pereira, 2008).

Os teores de fibras das amostras não foram alterados nos tratamentos durante o armazenamento por 12 meses. Rupollo (2011) armazenou grãos de feijão em sistema hermético a temperatura de 5°C e em sistema convencional e não percebeu diferença significativa para o quantitativo de fibra bruta após 12 meses.

As amostras obtiveram resultados expressivos para antocianinas na variedade Preto de Praia, (1.173,18 µg.g⁻¹, tratamento T02), diferenciando-se de todas as demais tanto entre tratamentos quanto entre variedades. Outra variedade com quantidade superior as demais foi a Corujinha Preto (246,10 µg.g⁻¹). No caso das variedades de feijão Quarentão e Costela de Vaca, de coloração branca, tiveram quantidades zeradas do flavonoide, de acordo com a Tabela 4.

Lin, Harnly, Pastor-Corrales & Luthria (2008) estudaram o conteúdo de polifenóis em dez variedades de feijão-comum e destacaram a presença das antocianinas nas variedades de feijão de coloração preto e vermelho. Rocha-Guzmán et al., (2007) relataram que em feijões pigmentados como os pretos a quantidade de compostos fenólicos é maior que nas amostras de cor clara. A cor do tegumento é determinada pela quantidade de antocianidinas, flavonoides glicosilados (kaempferol) e procianidinas (taninos condensados) (Beninger & Hosfield, 2003).

A presença de antocianinas nas variedades de feijão de coloração escura está na forma de cianidina, malvidina, delphinidina e pelargonina (Lin et al., 2008; Mojica, Meyer, Berhow & Mejía, 2015). Essa informação corrobora com os resultados da pesquisa de Lin et al. (2008) quanto a presença do antioxidante em feijões escuros. O estudo também ressalta a presença de antioxidantes como os ácidos hidroxicinâmicos tanto em variedades de feijão de coloração clara quanto nas escuras do seu estudo.

A concentração de antocianinas no feijão varia conforme as condições de crescimento e colheita das plantas e seus frutos (Chiaradia, 1997). Ressalta-se que, na atual pesquisa a



quantificação das antocianinas foi realizada usando feijão cru e novos estudos devem ser realizados para verificar a estabilidade após o cozimento dos grãos.

Para a maioria das variedades, o quantitativo de antocianinas diminuiu com o armazenamento por dozes meses. O maior quantitativo do antioxidante nos feijões armazenados em EV pode ser explicado pela ausência de oxigênio nas mesmas. Não foram encontrados na literatura teores de antocianinas em feijão cru para comparação com a pesquisa atual. Mas é sabido que para a manutenção desse pigmento no alimento devem ser controlados fatores como a luz, temperatura, oxigênio e pH, pois as antocianinas são instáveis e afetadas por esses fatores (Lopes, Xavier, M. G. N Quadri & M. B Quadri (2007)).

Tabela 4. Resultados das análises de composição carboidratos, valor energético, fibras e antocianinas das amostras de feijão-caupi do Juruá, Acre, armazenadas por doze meses. Feijão safra 2020 (T01); feijão safra 2021 (T02); embalagem à vácuo (EV); silo bolsa (SB) e embalagem tradicional ET).

Var	T02	T01	EV	SB	ET
Carboidratos (g.100g ⁻¹)					
Quarentão	70,02 ^{Aa}	71,19 ^{Aab}	70,48 ^{Aab}	69,99 ^{Aab}	69,82 ^{Aabc}
Costela de Vaca	69,39 ^{Aab}	67,34 ^{Ad}	68,12 ^{Ac}	68,49 ^{Abc}	68,08 ^{AcD}
Manteiguinha Branco	66,76 ^{Ad}	67,20 ^{Ad}	68,39 ^{Abc}	68,37 ^{Abc}	67,71 ^{Ad}
Corujinha Vermelho	68,17 ^{Ac}	69,65 ^{Abc}	70,48 ^{Aab}	69,53 ^{Abc}	70,34 ^{Aab}
Manteiguinha Roxo	70,23 ^{Ba}	72,52 ^{Aa}	71,98 ^{Aa}	72,72 ^{Aa}	71,67 ^{ABa}
Arigozinho	-	69,83 ^{Abc}	69,85 ^{Aabc}	68,43 ^{Ab}	69,58 ^{Abcd}
Corujinha Preto	67,61 ^{Bcd}	69,27 ^{Ac}	69,26 ^{Abc}	68,14 ^{ABbc}	69,35 ^{Aabc}
Preto de Praia	69,37 ^{Aab}	70,82 ^{Abc}	69,76 ^{Abc}	66,95 ^{Bc}	69,96 ^{Ac}
Valor energético (kcal.100g ⁻¹)					
Quarentão	395,29 ^{Aa}	391,04 ^{Bcd}	391,05 ^{Ba}	391,70 ^{Ba}	392,89 ^{ABa}
Costela de Vaca	393,13 ^{Abcd}	393,30 ^{Aab}	390,58 ^{Aab}	388,79 ^{Aa}	392,17 ^{Aa}
Manteiguinha Branco	394,86 ^{Aab}	394,17 ^{ABa}	390,57 ^{Bab}	390,99 ^{Ba}	393,00 ^{ABa}
Corujinha Vermelho	392,96 ^{ABcd}	393,20 ^{Aab}	391,59 ^{BCa}	392,85 ^{ABa}	391,27 ^{Ca}
Manteiguinha Roxo	392,15 ^{Ad}	391,05 ^{AcD}	389,15 ^{Ab}	391,18 ^{Aa}	393,62 ^{Aa}
Arigozinho	-	393,03 ^{Aab}	392,02 ^{Aa}	389,95 ^{Aa}	391,98 ^{Aa}
Corujinha Preto	394,82 ^{Aab}	392,12 ^{Abc}	391,32 ^{Aa}	391,41 ^{Aa}	393,93 ^{Aa}
Preto de Praia	394,02 ^{Aabc}	389,83 ^{Bd}	391,26 ^{Ba}	391,01 ^{Ba}	391,69 ^{Ba}
Fibras (g.100g ⁻¹)					
Quarentão	4,45 ^{Aab}	3,69 ^{ABab}	3,99 ^{ABab}	3,32 ^{Ba}	4,55 ^{Abc}
Costela de Vaca	3,49 ^{Ab}	2,16 ^{Ab}	2,93 ^{Ab}	3,42 ^{Aa}	2,15 ^{Ad}
Manteiguinha Branco	5,76 ^{Aa}	4,26 ^{Bab}	4,84 ^{ABa}	4,03 ^{BCa}	5,32 ^{ABab}
Corujinha Vermelho	5,02 ^{ABab}	3,35 ^{Bab}	5,60 ^{ABa}	4,58 ^{ABa}	6,06 ^{Aa}
Manteiguinha Roxo	5,19 ^{Aab}	4,48 ^{Aa}	3,95 ^{Aab}	4,28 ^{Aa}	5,27 ^{Aab}
Arigozinho	-	3,84 ^{Aab}	4,81 ^{Aab}	3,60 ^{Aa}	4,08 ^{Ac}
Corujinha Preto	4,50 ^{Aab}	3,19 ^{Bab}	4,49 ^{Aab}	4,18 ^{ABa}	4,53 ^{Abc}
Preto de Praia	4,43 ^{Aab}	4,69 ^{Aa}	4,43 ^{Aab}	3,80 ^{Aa}	4,59 ^{Abc}
Antocianinas (µg.g ⁻¹)					
Quarentão	0,00 ^B	2,79 ^{Ad}	4,03 ^{Ac}	2,69 ^{Ac}	0,00 ^{Be}



Costela de Vaca	0,00 ^B	3,27 ^{Ad}	2,21 ^{Ac}	3,26 ^{Ac}	0,00 ^{Be}
Manteiguinha Branco	5,26 ^{ABc}	7,78 ^{Ad}	2,02 ^{BCc}	3,45 ^{Cc}	1,05 ^{Ce}
Corujinha Vermelho	15,37 ^{Bc}	19,88 ^{Acd}	19,31 ^{Ac}	17,80 ^{ABc}	20,77 ^{Acd}
Manteiguinha Roxo	8,51 ^{Bc}	19,78 ^{Acd}	21,42 ^{Abc}	15,56 ^{ABc}	12,39 ^{ABd}
Arigozinho	-	29,01 ^{Ac}	20,94 ^{Bbc}	15,17 ^{Cc}	22,95 ^{Bc}
Corujinha Preto	246,10 ^{Ab}	61,08 ^{Bb}	44,08 ^{Cb}	39,76 ^{Cb}	50,41 ^{BCb}
Preto de Praia	1173,19 ^{Aa}	962,75 ^{Ba}	1046,53 ^{Ba}	703,43 ^{Ca}	720,16 ^{Ca}

As letras maiúsculas em cada linha mostram a diferença entre os tratamentos (embalagens) e letras minúsculas em cada coluna indicam diferença estatística entre as variedades pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Fonte: Os autores.

A cor de feijões é muito diversa, refletindo na variação dos resultados obtidos. Os resultados da Tabela 5 demonstram que os valores da coordenada L^* não foram alterados, entre os tratamentos para a maioria das variedades, excetuando-se apenas Manteiguinha Roxo, que se diferenciou em todos os tratamentos, apresentando-se mais escuro no tratamento EV, SB e ET. Entre as variedades, verificou-se maior luminosidade para Quarentão, seguido pela Costela de Vaca que se apresentando mais escuras no tratamento ET.

A coordenada a^* , mede a tonalidade verde/vermelho. Dessa forma, verificou-se que os resultados da coordenada a^* (Tabela 5), indicam os tratamentos T02 e T01 iguais, exceto para a variedade Costela da Vaca, e Manteiguinha Branco, que obtiveram menor valor nesse espectro. A Variedade Preto de praia foi a que obteve maior proporção da tonalidade verde na sua composição de cor. Durante o armazenamento, a comparação entre os tratamentos T01, EV, SB e ET, verificou-se o aumento do tom vermelho para o feijão Quarentão e Manteiguinha Branco em todas as embalagens estudadas (Tabela 5).

A composição da coordenada b^* , (Tabela 5), quantifica a proporção da tonalidade azul/amarelo na cor resultante. Nesse aspecto os resultados desse componente (Tabela 5), mostraram que as variedades com maior composição da coloração amarela são Manteiguinha Branco, Costela de Vaca, Quarentão e Corujinha Vermelho. Sendo esses dois últimos iguais entre si para esta cor. Em relação ao T01, a variedade Arigozinho apresentou ganho da coloração verde apenas para embalagens SB e ET.

As enzimas polifenoloxidase e peroxidase estão diretamente envolvidas no processo de escurecimento. A cor e sabor dos feijões são resultantes de interações químicas e/ou enzimáticas e da influência dessas reações, e delas decorre a aceitabilidade de variedades de feijão (Gomes, Oliveira, Carneiro, Barros & Moreira, 2001).



Os feijões de cor clara apresentaram o escurecimento do tegumento. Porém, o mesmo não ocorreu com feijões coloridos e com o feijão preto. Rios et al. (2002) sugerem que o escurecimento no tegumento de feijão durante o armazenamento é consequência do aumento da atividade da enzima polifenoloxidase associada à peroxidase e dos compostos fenólicos. Porém ressaltam que esse efeito pode não acontecer para todas as cultivares de feijão. O processo de escurecimento e endurecimento é lento, gradativo e irreversível e aumenta com o armazenamento em condições ambientais favoráveis (Brackmann, Neuwald, Ribeiro & Freitas, 2002).

Tabela 5. Resultados da análise de cor das amostras de feijão-comum e caupi do Alto Juruá, Acre, armazenadas por doze meses. Feijão safra 2021 (T02); Tempo zero de armazenamento, T01 (T01); embalagem à vácuo (EV); silo bolsa (SB) e embalagem tradicional ET).

Variedades	T02	T01	EV	SB	ET
L* (<i>P. vulgaris</i>) - Luminosidade					
Enxofre	-	57,57 ^{Aa}	51,45 ^{Ba}	52,28 ^{Ba}	52,36 ^{Ba}
Peruano Amarelo	41,04 ^{Ab}	40,10 ^{Ac}	33,78 ^{Bc}	34,48 ^{Bc}	33,65 ^{Bc}
Gurgutuba Branco	52,68 ^{Aa}	51,59 ^{Ab}	46,23 ^{Bb}	40,66 ^{Cb}	41,72 ^{BCb}
Peruano Vermelho	30,16 ^{Ac}	30,30 ^{Ad}	29,60 ^{Ad}	28,78 ^{Ad}	28,66 ^{Ad}
Gurgutuba Vermelho	-	22,41 ^{Ae}	21,95 ^{Ae}	22,69 ^{Ae}	23,09 ^{Ae}
Preto de Arranque	-	17,72 ^{Bf}	19,03 ^{Ae}	19,66 ^{Af}	19,16 ^{Af}
L* (<i>V. unguiculata</i>) - Luminosidade					
Quarentão	65,50 ^{Aa}	65,65 ^{Aa}	64,71 ^{Aa}	64,39 ^{Aa}	62,79 ^{Ba}
Costela de Vaca	59,30 ^{Bb}	63,41 ^{Aab}	61,38 ^{ABab}	61,28 ^{ABb}	60,84 ^{Ba}
Manteiguinha Branco	59,31 ^{Bb}	60,88 ^{Ab}	60,76 ^{Ab}	60,63 ^{Ab}	60,43 ^{Aa}
Corujinha vermelho	44,97 ^{Ac}	44,42 ^{Ac}	42,97 ^{Ac}	42,54 ^{Ac}	43,35 ^{Ab}
Manteiguinha Roxo	30,31 ^{Ad}	29,01 ^{Bd}	25,17 ^{Dd}	25,98 ^{Ce}	25,89 ^{Cc}
Arigozinho	-	29,06 ^{Ad}	27,02 ^{Bd}	27,53 ^{ABe}	27,66 ^{ABc}
Corujinha Preto	44,08 ^{Ac}	42,15 ^{Ac}	39,17 ^{Ac}	40,06 ^{Ad}	36,77 ^{Ab}
Preto de Praia	16,75 ^{Ae}	17,38 ^{Ae}	18,10 ^{Ae}	17,67 ^{Af}	17,30 ^{Ad}
a* (<i>P. vulgaris</i>) - vermelho					
Enxofre	-	5,03 ^{Bd}	9,68 ^{Ad}	9,25 ^{Ad}	9,25 ^{Ac}
Peruano Amarelo	15,39 ^{Cb}	17,06 ^{Bb}	18,46 ^{Aab}	18,54 ^{Aab}	18,20 ^{Aa}
Gurgutuba Branco	12,06 ^{Cc}	11,83 ^{Cc}	14,55 ^{Bc}	16,85 ^{Ac}	16,60 ^{Ab}
Peruano Vermelho	19,67 ^{ABa}	20,23 ^{Aa}	19,21 ^{ABa}	18,83 ^{Ba}	19,10 ^{ABa}
Gurgutuba Vermelho	-	18,07 ^{Ab}	17,48 ^{ABb}	17,41 ^{ABbc}	16,54 ^{Bb}
Preto de Arranque	-	0,09 ^{Ae}	0,11 ^{Ae}	0,15 ^{Ae}	0,07 ^{Ad}
a* (<i>V. unguiculata</i>) - vermelho					
Quarentão	5,22 ^{Bde}	5,14 ^{Bc}	5,55 ^{Ac}	5,59 ^{Ad}	5,64 ^{Acd}
Costela de Vaca	5,89 ^{Acd}	5,02 ^{Bc}	5,37 ^{ABcd}	5,15 ^{Bde}	5,45 ^{ABcd}
Manteiguinha Branco	6,38 ^{Abc}	5,26 ^{Cc}	5,64 ^{BCc}	5,93 ^{ABCcd}	6,17 ^{ABbc}
Corujinha vermelho	6,86 ^{Ab}	7,14 ^{Ab}	7,08 ^{Ab}	6,66 ^{Ac}	6,64 ^{Ad}
Manteiguinha Roxo	15,90 ^{Aa}	16,39 ^{Aa}	15,92 ^{Aa}	16,35 ^{Aa}	15,83 ^{Aa}
Arigozinho	-	16,35 ^{Aa}	16,04 ^{Aa}	15,12 ^{Ab}	15,42 ^{Aa}
Corujinha Preto	4,52 ^{Ae}	5,10 ^{Ac}	4,45 ^{Ad}	4,62 ^{Ae}	4,84 ^{Ae}
Preto de Praia	0,07 ^{Af}	0,14 ^{Ad}	0,06 ^{Ae}	0,06 ^{Af}	0,20 ^{Ab}
b* (<i>P. vulgaris</i>) - amarelo					
Enxofre	-	34,31 ^{Aa}	32,73 ^{Aa}	31,95 ^{Aa}	32,04 ^{Aa}
Peruano Amarelo	31,33 ^{Aa}	31,51 ^{Ab}	26,33 ^{Bb}	25,76 ^{Bb}	24,80 ^{Bb}
Gurgutuba Branco	22,76 ^{ABb}	21,36 ^{Bc}	23,92 ^{Ac}	24,78 ^{Ab}	24,10 ^{Ab}
Peruano Vermelho	16,79 ^{ABc}	18,88 ^{Ad}	17,46 ^{ABd}	15,91 ^{Bc}	17,07 ^{ABc}



Gurgutuba Vermelho	-	5,49 ^{Ae}	6,17 ^{Ae}	6,24 ^{Ad}	6,20 ^{Ad}
Preto de Arranque	-	-0,83 ^{Af}	-0,66 ^{Af}	-0,65 ^{Ae}	-0,85 ^{Ae}
<i>b* (V. unguiculata) - amarelo</i>					
Quarentão	19,40 ^{Bc}	18,52 ^{Cc}	20,66 ^{Ab}	20,36 ^{Ac}	20,12 ^{ABc}
Costela de Vaca	21,79 ^{Ab}	20,74 ^{Bb}	22,06 ^{Ab}	21,93 ^{Ab}	22,11 ^{Ab}
Manteiguinha Branco	24,42 ^{Ba}	23,35 ^{Ca}	25,06 ^{ABa}	25,36 ^{Aa}	25,24 ^{Aa}
Corujinha vermelho	16,44 ^{Ad}	15,44 ^{Ac}	16,25 ^{Ac}	15,28 ^{Ad}	16,08 ^{Ad}
Manteiguinha Roxo	11,62 ^{Af}	11,68 ^{Ae}	10,96 ^{Ad}	11,26 ^{Ae}	10,45 ^{Af}
Arigozinho	-	10,24 ^{ABf}	10,71 ^{Ad}	9,85 ^{Bf}	10,05 ^{Bf}
Corujinha Preto	14,92 ^{Ae}	11,62 ^{Be}	11,01 ^{Bd}	11,51 ^{Be}	12,12 ^{Be}
Preto de Praia	-0,24 ^{Ag}	-0,02 ^{Ag}	-0,38 ^{Ae}	-0,38 ^{Ag}	-0,27 ^{Ag}

As letras maiúsculas em cada linha mostram a diferença entre os tratamentos (embalagens) e letras minúsculas em cada coluna indicam diferença estatística entre as variedades pelo teste de Tukey (P<0,05). Fonte: Os autores.

Em tese, a embalagem à vácuo cria barreira física entre o ambiente e o produto reduzindo a troca de vapores, a atividade das enzimas e conseqüentemente o escurecimento e endurecimento dos grãos (Lima et al., 2014b). Nesse sentido, o tratamento com EV fora o que mais se aproximou do T01, o que concorda com Brackmann et al. (2002), quando esses autores relataram que, em atmosfera com altos níveis de oxigênio e dióxido de carbono, feijões armazenados tem o escurecimento e endurecimento acelerado, o que pode ter acontecido com a maioria das amostras do presente estudo.

4 CONCLUSÃO

Os grãos de feijões da espécie *Vigna unguiculata* cultivadas no Alto Juruá são distintas entre si nos aspectos: tamanho, comprimento, largura, massa de 100 grãos, cor e em constituintes nutricionais mostrando alta variabilidade genética e fenotípica.

Todas as variedades de feijão-caupi analisadas nesta pesquisa apresentam teor proteico acima da média nacional com destaque para variedades Costela de Vaca e Manteiguinha Branco.

A variedade de feijão-caupi Preto de Praia é a mais rica em antocianinas e os feijões de coloração clara não apresentaram teores de antocianina.

O armazenamento por 12 meses não alterou as propriedades nutricionais das variedades de feijões-caupi testadas. Porém houve escurecimento em todas as variedades de cor clara para as três embalagens analisadas. A embalagem a vácuo conserva melhor a cor e as quantidades de antocianinas das amostras do feijão Preto de praia durante o armazenamento por 12 meses em condições ambientais.

REFERÊNCIAS

- Abdel-Aal, E. S. M. & Huel, P. (1999). A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats, *Cereal Chemistry*, v. 76, (3), 350-354.
- Abdel-Aal, E. S. M., Young, J. C. & Rabalski, I. (2006). Anthocyanin composition in Black, blue, Pink, purple, red cereal grains, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*., v. 54, (13), 4696-4704.
- Aguilera, J. M. & Rivera, R. (1992). Hard-to-cook defect in black beans: hardening rates, water inhibition and multiple mechanism hypothesis. *Food Research International*, Essex, v. 25, 101-108.
- Almeida, C. M. V. C. & Dias, L. A. S. (2001). Recursos genéticos. In: Dias, L. A. S. (Ed.) *Melhoramento genético do cacaueiro*. Viçosa, MG: Funape/UFG.
- Altoé, S. C. *Caracterização química de grãos de feijão-comum: crioulos e comerciais*. 2018. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES.
- Alves, A. C. & Lin, H. S. (2003). Tipo de embalagem, umidade inicial e período de armazenamento em sementes de feijão. *Scientia Agrária*, v.4(1/2), 21-26.
- Anjos, F. D., Vazquez-Anon, M., Dierenfeld, E. S., Parsons, C. M. & Chimonyo, M. (2016). Chemical composition, amino acid digestibility, and true metabolizable energy of cowpeas as affected by roasting and extrusion processing treatments using the cecectomized rooster assay. *The Journal of Applied Poultry Research*, v.25(1), 85-94.
- Antova, G. A., Stoilova, T. D. & Ivanova, M. M. (2014). Proximate and lipid composition of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) cultivated in Bulgaria. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33(2), 146-152.
- Aparicio-Fernandez, X., Manzo-Bonilla, L. & Loarca-Piña, G. (2005). Comparison of antimutagenic activity of phenolic compounds in newly harvested and stored common beans. *Phaseolus vulgaris* against aflatoxin B1. *Journal of Food Science*, 71(1), 73-78.
- Bassinello, P. Z. (2021) *Graos*. Embrapa Arroz e Feijão. Recuperado de: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pos-producao/graos>.
- Beninger, C. W. & Hosfield, G. L. (2003). Antioxidant activity of extract, condensed tannin fractions, and pure flavonoids from *Phaseolus vulgaris* L. seed coat color genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7879-7883.
- Bezerra, J. M., Vieira, M. M. S., Santos, A. F. dos, Farias, E. T. Do R., Lopes, M. F. & Souza, A. dos S. (2019). Composição química de oito cultivares de feijão-caupi. *Revista Verde*, 14(1), 41-47.



Brackmann, A., Neuwald, D. A., Ribeiro, N. D. & Freitas, S.T. de. (2002). Conservation of three bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) of the group carioca in cold storage and controlled atmosphere. *Ciência Rural*, 32(6), 911-915.

Bragantini, C. (2005). *Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão*. 1ª Ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 187.

Brouillard, R. (1983). The in vivo expression of anthocyanin colour in plants. *Phytochemistry*, 22(6), 1311-1323.

Chiaradia, A. C. N. (1997). *Determinação da estrutura de pigmentos de feijão e estudo da sua ação na qualidade proteica* (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Díaz-Batalla, L., Widholm, J. M. & Fahey Junior. G. C. (2006). Chemical components with health implications in wild and cultivated mesican common bean seeds *Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(6), 2045-2052.

Diniz, G. A. S., Moreira, M. S., Tebinka, V., Ming, L.C., Siviero. A. & Imada. K. S. (2020b). A cultura do feijão na Reserva Extrativista Chico Mendes, Acre., *Cadernos de Agroecologia*, 15(2).
Diniz, G. A. S., Siviero A., Bassinello, P. Z., Costa, J. G. C., Mattar, E. P. L.; Santos, R. C. dos, & Borges, V. D. A. S. (2020a). Agrobiodiversidade de feijões do Acre. In: Siviero, A., Santos, R.C.; Mattar, E.P.L. (ORG.) *Conservação e tecnologias para o desenvolvimento agrícola e Florestal do Acre*. Rio Branco, AC: Ifac.

Faroni, L. R. D'a. & Silva, J.S. (2008). Manejo de pragas no ecossistema de grãos armazenados. In: SILVA, J.S. (Ed.). *Secagem e armazenagem de produtos agrícolas*. Viçosa, MG: Aprenda Fácil.

Freire Filho F. R., Rocha, M. M, Silva, K. J. D, Ribeiro, V. Q. & Nogueira, M. S. R. *Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético e perspectivas*. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte.

Gomes F. A., Lima, M. O., Mattar, E. P. L., Ferreira, J. B. & Vale, M. A. D. do. (2012). Aspectos nutritivos de feijões crioulos cultivados no vale do Juruá, Acre, Brasil; *Enciclopédia Biosfera, Centro, Centro Científico Conhecer*, 8(14), 85-96.

Gomes, M. R. A., Oliveira, M. G. de A., Carneiro, G. E. S., Barros, E. G. de & Moreira, M. A. (2001). Propriedades físico-químicas de polifenoloxidase de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 21(1), 69-72.

Hayat, I., Ahmad, A., Masud, T., Ahmed, A. & Bashir, S. (2014). Nutritional and health perspectives of beans (*Phaseolus vulgaris* L.): an overview. *Critical reviews in food science and nutrition*, 54(5), 580-592.

Hunterlab. (1998). *User's manual with universal software*. Versions 3.5. Reston: Hunterlab.

Instituto Adolfo Lutz. (2005). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*, 4ª edição, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.



Instituto Adolfo Lutz. (2008). Procedimentos e determinações gerais, In: *Metodos físico-químicos para análise de alimentos*, 4ª ed. cap. 4, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.

Jesus, J. C. S. de, Oliveira, E. Mattar, E. P. L., Araújo, M. L. & Siviero, A. (2017). Sistemas produtivos utilizados no Vale do Juruá. In: Mattar, E. P. L, Oliveira, E. de., Santos, R. C. dos & Siviero, A. (ORG.). *Feijões do Vale do Juruá*. Rio Branco, AC, Ifac.

Lima, M. O, Gomes, F. A., Mattar, E. P. L., Ribeiro, O. A. S. & Ferreira, J. B. (2014a). Aspectos nutricionais de feijões crioulos cultivados na Amazônica ocidental, Acre, Brasil. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, 10(19), 163-175.

Lima, R. A. Z. (2013). *Armazenamento de feijão: usa da embalagem a vácuo na manutenção da qualidade*. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Lima, R. A. Z., Tomé, L. M. & Abreu, C. M. P. de. (2014b) Embalagem a vácuo: efeito no escurecimento e endurecimento do feijão durante o armazenamento. *Ciência Rural*, 44(9), 1664-1670.

Lima, S. L. S. de. (2017). *Feijão-comum (Phaseolus vulgaris L.): ação do armazenamento sobre a composição química e nutricional e efeito in vivo da farinha integral e de seu hidrolisado proteico no estresse oxidativo e na inflamação*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Lin, L. Z., Harnly, J. M., Pastor-Corrales, M. S. & Luthria, D. L. (2008). The polyphenolic profiles of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*, 107(1), 399–410.

Lopes, T. J, Xavier, M. F. X., Quadri, M. G. N. & Quadri, M. B. (2007). Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. *Revista Brasileira de Agrociência*, 13(3), 291-297.

Madhujith, T. & Shahidi, P. (2005). Antioxidant potential of pea beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food Science*, 70(1), 85-90.

Marles, S., Vandenberg, A. & Bett, K. (2008). Polyphenol oxidase activity and differential accumulation of polyphenolics in seed coats of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) characterize postharvest color changes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(16), 7049-7056.

Mattar, E. P., Oliveira, E. de., Araújo, M. L. & Jesus, J. C. S. de. (2017). Breve histórico da biodiversidade de feijões no Vale do Juruá. In: Mattar, E. P. L. Oliveira, E., Santos, R.C. dos, Siviero, A. (ORG.). *Feijões do Vale do Juruá*. Rio Branco, AC: Ifac.

Mattar, E. P.L., Oliveira, E, Jesus, J. C. S. de, Araújo, M. L., Siviero, A; & Santos Júnior, H. C. (2016) Creolo beans production systems in Juruá Valley, Acre. Brazilian Amazon. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 15(4), 619-624.



Mello, J. I. de O. (2013). *Alterações bioquímicas durante o armazenamento e a germinação de sementes de Caesalpinia echinata e Erythrina speciosa, leguminosas nativas da Floresta Atlântica.* (Tese de doutorado). Instituto de Botânica, Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, SP.

Mojica, L., Meyer, A., Berhow, M. A., & de Mejía, E. G. (2015). Bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) have similar high antioxidant capacity, in vitro inhibition of α -amylase and α glucosidase while diverse phenolic composition and concentration. *Food Research International*, 69, 38–48.

Nasar-Abbas, S. M., Plummer, J. A.; Siddique, K. H. M., White, P., Harris, K. & Dods, K. (2008). Cooking quality of faba bean after storage at high temperature and the role of lignins and other phenolics in bean hardening. *LWT. Food Science and Technology*, 42(7), 1260-1267

Oliveira, E., Mattar, E. P. L., Araújo, M. L. de.; Jesus, J. C. S. de; Nagy, A. C. G. & Santos, V. B. dos. (2015) Descrição de cultivares locais de feijão-caupi coletados na microrregião Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. *Acta amazônica*, 45(3), 243-254.

Pereira, C. P. (2008). Um, dois, feijão com arroz. *Revista Saúde*, 294, 14-17.
Ribeiro, H. J. S., Prudêncio, S. H., Miyagui, D. T. & Ribeiro, E. L. de A. (2009). Caracterização de concentrado proteico de feijão-comum preto, cultivar Iapar 44, novo e envelhecido. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29(3), 571-580.

Rios, A. D. O., Abreu, C. M. P. D. & Corrêa, A. D. (2002). Efeitos da época de colheita e do tempo de armazenamento no escurecimento do tegumento do feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). *Ciencia e Agrotecnologia*, 26(3), 550-558.

Rocha-Guzmán, N. E., Annete, H., González-Laredo, R. F., Ibarra-Pérez, F.J.; Zambrano-Galván, G.; Gallegos-Infante, J.A. (2007). Antioxidant and antimutagenic activity of phenolic compounds in three different colour groups of common bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*, 103(2), 521-527.

Rupollo, G (2011). Efeitos das condições e do tempo de armazenamento na qualidade de grãos de feijão carioca. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

Santalla, M., Sevillano, M. C. M., Monteagudo, A. B., Ron, A. M. (2004). Genetic diversity of Argentinean common bean and its evolution during domestication. *Euphytica*, 135(1), 75-87.

Sathe, S.K. (2002). Dry bean protein functionality (Review). *Critical Reviews in Biotechnology*, 22(2) 175-223.

Schoeninger, V., Silochi, R. M. H. Q., Tonini, M., Batista, V. T. & Lorin, H. E. F. (2014). Caracterização de atributos tecnológicos e de cor em grãos de feijão produzidos em diferentes sistemas: orgânico e convencional. *Cultivando o Saber*, 7(3), 1-9.

Siqueira, B. dos S., Bassinello, P. Z., Santos, S. C., Malgaresi, G.; P., Ferri, H., Rodriguez, A. G. & Fernandes, K. F. (2016). Do enzymatic or non-enzymatic pathways drive the postharvest darkening phenomenon in carioca bean tegument. *Food Science and Technology*, 69, 593-600.

Siviero, A., Santos, V. B. dos, Santos, R. C. dos & Marinho, J. T. de S. (2017). Caracterização das principais variedades locais de feijão comum e caupi do Acre. In: Mattar, E. P. L, Oliveira, E. de.; Santos, R. C. dos; Siviero, A. (ORG.). *Feijões do Vale do Juruá*. Rio Branco, AC: Ifac. Sombié, P. A. E. D., Compaoré, M., Coulibaly, A. Y., Ouédraogo, J. T., Tignégré, J. B. S.; Kiendrébéogo, M. (2018). Antioxidant and Phytochemical Studies of 31 Cowpeas (*Vigna unguiculata* (L. Walp.)) Genotypes from Burkina Faso. *Foods*. 7(143), 1-9, 2018.

Sousa, G. A., Imada, K. S., Teixeira-Silva, M. A.; Nunes, M. S., Mattar, E. P. L. & Siviero, A. Levantamento de feijões crioulos do Acre. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, ,06. 2020.

Sousa, G. A.; Hernandez, E. E.; Damasceno, S. S; Mattar, E. P. L; Siviero, A. (2021). Qualidade de feijão-caupi crioulo do Alto Juruá armazenado em embalagem a vácuo. *Revista Conexão na Amazônia*, 2, Edição especial.

Taco (2011). *Tabela brasileira de composição de alimentos*, 4. ed. rev. e ampl. Campinas, Nepa-Unicamp.

Vieira, M. M. Da S., Bezerra, J. M. & Santos, A. F. dos. (2021). Avaliação dos compostos bioativos e capacidade antioxidante em cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) imaturo cru, cozido e seus caldos de cocção. *Research, Society and Development*, 10(7), e3710716243.

Watt, B., Merrill, A. L. (1963). Composition of foods: raw, processed, prepared. Washington, DC: Consumer and Food Economics Research Division. *Agricultural Research Service*. Agriculture Handbook, 8.