



FEIJÃO GUANDU TORRADO E MOÍDO COMO SUCEDÂNEO DO CAFÉ POTENCIAL PARA BEBIDA DESCAFEINADA

FRIJOL GUANDU TOSTADO Y MOLIDO COMO POSIBLE SUSTITUTO DEL CAFÉ PARA BEBIDAS DESCAFEINADAS

ROASTED AND GROUND GUANDU BEANS AS A POTENTIAL COFFEE SUBSTITUTE FOR DECAFFEINATED BEVERAGES

Apresentação: Comunicação Oral

Isabel Cristina Freitas Feitosa¹; Maria Fernanda da Silva²; Jade Cecília de Souza Américo³; Wanessa Braz da Silva⁴; Suzana Pedroza da Silva⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/VIIICIAGRO.0156>

RESUMO

O feijão Guandu (*Cajanus cajan* L.) é uma leguminosa de múltiplo uso, amplamente cultivada no semiárido nordestino, com composição química semelhante à do café arábica cru. Em Garanhuns-PE, produtores rurais utilizam o grão torrado e moído para o preparo de uma bebida por infusão, prática cultural transmitida entre gerações. Este trabalho teve como objetivo caracterizar físico-quimicamente o feijão Guandu torrado e moído e comparar os resultados com o café arábica, avaliando seu potencial como sucedâneo descafeinado. Os grãos foram submetidos à torrefação artesanal (250 °C/60 min), moagem manual e padronização granulométrica (fina, 32 mesh). Foram determinados: granulometria, densidade aparente, perda de massa, rendimento, umidade, cor (CIELab), sólidos solúveis totais, lipídios, índice de acidez, ácidos graxos livres, índice de saponificação, proteínas, cafeína, compostos fenólicos totais, carboidratos, açúcares redutores, acidez total titulável, pH, extrato aquoso e cinzas. O feijão Guandu torrado apresentou ausência de cafeína, confirmando sua classificação como bebida descafeinada conforme a RDC nº 277/2005 (ANVISA). O teor de proteínas (16,15%) foi superior ao do café arábica (9,02%), enquanto o teor de lipídios foi inferior (10,91% vs. 19,43%), indicando menor propensão à oxidação lipídica. Os parâmetros de umidade (3,92%), cinzas (4,83%), sólidos solúveis (25%) e extrato aquoso (22,8%) atenderam às normas vigentes para cafés torrados e moídos. A análise de cor indicou torra média ($L^* = 16,93$), e a granulometria fina é compatível com o preparo de infusão tradicional. Os resultados demonstram que o feijão Guandu torrado e moído apresenta composição físico-química compatível com a do café arábica e potencial como alternativa descafeinada, funcional e de baixo custo para populações com restrições à cafeína, além de representar oportunidade de geração de renda para a agricultura familiar do Agreste Pernambucano.

Palavras-Chave: bebida descafeinada, *Cajanus cajan*, sucedâneo do café, torrefação artesanal, valorização regional.

¹ Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, isabel.feitosa@ufape.edu.br

² Engenheira de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, mariafernanda.silva@ufape.edu.br

³ Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, jade.americo@ufape.edu.br

⁴ Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco, wanessa.braz09@gmail.com

⁵ Professora do curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos e do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais. Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE), suzana.pedroza@ufape.edu.br

RESUMEN

La haba Guandu (*Cajanus cajan* L.) es una legumbre de múltiples usos, ampliamente cultivada en la región semiárida del noreste de Brasil, con una composición química similar a la del café arábica en grano. En Garanhuns (estado de Pernambuco), los agricultores utilizan el grano tostado y molido para preparar una infusión, una práctica cultural transmitida de generación en generación. El objetivo de este trabajo fue caracterizar físico-químicamente el frijol Guandu tostado y molido y comparar los resultados con el café arábica, evaluando su potencial como sucedáneo descafeinado. Los granos se sometieron a tostado artesanal (250 °C/60 min), molienda manual y estandarización granulométrica (fina, 32 mesh). Se determinaron: granulometría, densidad aparente, pérdida de masa, rendimiento, humedad, color (CIELab), sólidos solubles totales, lípidos, índice de acidez, ácidos grasos libres, índice de saponificación, proteínas, cafeína, compuestos fenólicos totales, carbohidratos, azúcares reductores, acidez total titulable, pH, extracto acuoso y cenizas. El frijol Guandu tostado no contenía cafeína, lo que confirma su clasificación como bebida descafeinada según la RDC n.º 277/2005 (ANVISA). El contenido en proteínas (16,15 %) fue superior al del café arábica (9,02 %), mientras que el contenido en lípidos fue inferior (10,91 % frente a 19,43 %), lo que indica una menor propensión a la oxidación lipídica. Los parámetros de humedad (3,92 %), cenizas (4,83 %), sólidos solubles (25 %) y extracto acuoso (22,8 %) cumplían con las normas vigentes para cafés tostados y molidos. El análisis del color indicó un tueste medio ($L^* = 16,93$), y la granulometría fina es compatible con la preparación de infusiones tradicionales. Los resultados demuestran que el frijol Guandu tostado y molido presenta una composición físico-química compatible con la del café arábica y potencial como alternativa descafeinada, funcional y de bajo coste para las poblaciones con restricciones de cafeína, además de representar una oportunidad de generación de ingresos para la agricultura familiar de la región de Agreste, en Pernambuco.

Palabras Clave: bebida descafeinada, *Cajanus cajan*, sustituto del café, tueste artesanal, valorización regional.

ABSTRACT

Pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) is a multi-use legume widely grown in the Brazilian semi-arid region, with a chemical composition similar to that of raw Arabica coffee. In Garanhuns, Pernambuco state, rural producers use roasted and ground pigeon pea to prepare an infusion beverage, a cultural practice passed down through generations. This study aimed to physicochemically characterize roasted and ground pigeon pea and compare the results with Arabica coffee, evaluating its potential as a decaffeinated coffee substitute. The grains were submitted to artisanal roasting (250 °C/60 min), manual milling and particle size standardization (fine, 32 mesh). The following parameters were determined: particle size, bulk density, mass loss, yield, moisture, color (CIELab), total soluble solids, lipids, acidity index, free fatty acids, saponification index, proteins, caffeine, total phenolic compounds, carbohydrates, reducing sugars, total titratable acidity, pH, aqueous extract and ash. Roasted pigeon pea showed no caffeine, confirming its classification as a decaffeinated beverage according to RDC No. 277/2005 (ANVISA). Protein content (16.15%) was higher than that of Arabica coffee (9.02%), while lipid content was lower (10.91% vs. 19.43%), indicating less susceptibility to lipid oxidation. Moisture (3.92%), ash (4.83%), total soluble solids (25%), and aqueous extract (22.8%) met current standards for roasted and ground coffees. Color analysis indicated medium roasting ($L^* = 16.93$), and fine particle size is compatible with traditional infusion preparation. The results demonstrate that roasted and ground pigeon pea has a physicochemical composition compatible with Arabica coffee and potential as a low-cost, functional, decaffeinated alternative for populations with caffeine restrictions, as well as representing an income generation opportunity for family farming in the Agreste region of Pernambuco.

Keywords: decaffeinated beverage, *Cajanus cajan*, coffee substitute, artisanal roasting, regional valorization.

INTRODUÇÃO

O feijão Guandu (*Cajanus cajan* L. Millspaugh), pertencente à família Fabaceae, é uma leguminosa arbustiva amplamente distribuída nos trópicos e subtropicais, com destacada relevância para a agricultura familiar do Nordeste brasileiro. Tolerante ao estresse hídrico e adaptada a solos de baixa fertilidade, condições predominantes no semiárido pernambucano, a espécie constitui importante fonte de proteína vegetal e é reconhecida por seu múltiplo uso: melhoradora de solos,

forrageira, fitorremediadora e alimento humano (Da Silva *et al.*, 2021, Alves *et al.*, 2004; Mizubuti *et al.*, 2000).

Em Garanhuns-PE e região, pequenos produtores rurais utilizam o grão de feijão Guandu torrado e moído para o preparo de uma bebida por infusão popularmente conhecida como "café de Guandu", prática cultural transmitida entre gerações e sustentada pelo conhecimento empírico de suas propriedades funcionais. Essa bebida não é encontrada comercializada na região, e os consumidores a consomem como substituto do café tradicional, atribuindo-lhe, entre outros atributos, a ausência de cafeína (Silva, 2018).

A composição físico-química dos grãos secos de feijão Guandu apresenta valores semelhantes aos do café arábica cru em parâmetros como proteínas, lipídios, cinzas e carboidratos, o que fundamenta sua utilização como matéria-prima para a elaboração de uma bebida por infusão (Souza *et al.*, 1991; Chagas, 1994). Adicionalmente, o processo de torrefação promove transformações bioquímicas, reação de Maillard, caramelização, pirólise, que conferem ao produto final aroma, sabor e cor característicos de bebidas tipo café, tornando-o tecnologicamente viável como sucedâneo (Daglia *et al.*, 2000; Munyendo *et al.*, 2021).

No cenário atual, há crescente demanda por bebidas funcionais, descafeinadas e de origem vegetal, especialmente por populações com restrições à cafeína, como hipertensos, gestantes e portadores de ansiedade, bem como por consumidores que buscam alternativas mais acessíveis e sustentáveis ao café convencional. Nesse contexto, o feijão Guandu torrado emerge como alternativa promissora, com potencial de agregar valor à produção da agricultura familiar nordestina e contribuir para a valorização de um produto de identidade cultural regional (Vieira *et al.*, 1995).

Este trabalho teve como objetivo caracterizar físico-quimicamente o feijão Guandu torrado e moído e comparar os resultados com os do café arábica, avaliando seu potencial como sucedâneo descafeinado para bebida por infusão.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O feijão Guandu

O guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), é classificado como uma leguminosa exótica, papilionácea, arbustiva e perene. Tal espécie pertence à família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae*, tribo *Phaseoleae* e subtribo *Cajaninae*. Comumente, pode-se encontrar vários nomes vulgares para definir a mesma planta, como “pigeonpea” (nos Estados Unidos), “guisante de Angola” (na Espanha), “rahar” (na Índia), “dauchieu” e “dauxay” (no Vietnã), “guandul” e “frijol de la palo” na Costa Rica, e “guandu” (no Brasil) e “feijão boér” em Moçambique. Além disso, existem algumas sinônimas

para se referir ao feijoeiro guandu, como *Cajanus bicolor* DC., *Cystisus cajan* L., *Cajanus indicus* Spreng., *Cajanus flavus* DC. e *Cajanus luteus* Bello (Azevedo, 2020).

O feijão guandu é uma leguminosa que se desenvolve em regiões tropicais e subtropicais, sendo resistente a seca e ao estresse causado pela alta temperatura. Este feijão é constituído por 85% de cotilédones, 14% de tegumento e 1% que corresponde ao embrião, além de conter uma diversidade de nutrientes, dos quais se destacam as vitaminas do complexo B, ácido ascórbico e carotenóides, podendo ser utilizado de diversas formas (Song *et al.*, 2019).

Nos cotilédones, 66,7% refere-se aos carboidratos, enquanto a maior parte da quantidade de proteína da semente está concentrada no embrião, o que corresponde a 50%. Um terço do revestimento da semente é formado por fibras, enquanto nos cotilédones e nos embriões são encontrados aminoácidos que contêm enxofre, como a metionina e a cistina, que representam 1% desta composição. A quantidade de proteína encontrada nas sementes verdes é de 21% e nas sementes maduras 18,8%, e suas respectivas digestibilidades são de 66,8% e 58,5%. Devido à sua composição, o feijão guandu pode ser utilizado em programas de desenvolvimento nutricional, colaborando com a manutenção de uma dieta balanceada. Além disso, a geração de subprodutos derivados do feijão guandu é uma boa alternativa para combater deficiências nutricionais, como a de proteínas, sobretudo quando este feijão é consumido junto com cereais (Karri; Nalluri, 2017).

As aplicações do guandu variam desde a alimentação humana e de animais domésticos à pecuária, devido a seu alto percentual proteico. Outra importante aplicação do feijão guandu é no melhoramento do solo, na renovação de pastagens e terras degradadas, na forragem e na fitomedicação. O uso deste como adubo verde, se dá, principalmente, pelo seu potencial de fixação biológica de nitrogênio e a variedade de minerais que possui, os quais são empregados nas diferentes camadas do solo (De Moura, 2020).

Potencial como sucedâneo do café

Cajanus cajan possui composição centesimal próxima à do café arábica cru, com aproximadamente 18% de proteínas, 51% de amido, 5,7% de cinzas, 2,8% de lipídios e 6,1% de açúcares solúveis (Souza *et al.*, 1991). Ao ser submetido à torrefação, o grão desenvolve compostos voláteis e não voláteis, furanos, pirazinas, melanoidinas, compostos fenólicos, que conferem aroma e sabor similares ao café, tornando-o tecnologicamente adequado para o preparo de bebidas por infusão (Hoffmann, 2001; Silva, Ascheri e Pereira, 2007).

O feijão Guandu não possui cafeína em sua composição, o que o posiciona naturalmente como bebida descafeinada, conforme o critério estabelecido pela RDC nº 277/2005 (ANVISA), que define

o limite máximo de 0,1% (g/100g) de cafeína para produtos classificados como descafeinados. Essa característica representa um diferencial relevante em relação à cevada e outros sucedâneos do café disponíveis no mercado, sendo especialmente interessante para populações com restrições ao alcaloide (Vieira *et al.*, 1995; Monteiro e Trugo, 2005).

Torrefação e suas transformações físico-químicas

A torrefação é etapa fundamental na obtenção de bebidas por infusão a partir de grãos vegetais, sendo responsável pela formação dos compostos que conferem cor, aroma e sabor característicos ao produto final. O feijão-guandu destaca-se pelo seu rico perfil nutricional, que inclui gorduras, cinzas, hidratos de carbono, lípidios e proteínas. No entanto, é importante referir que as variações na composição química podem resultar de fatores como as diferentes variedades, as condições ambientais, o armazenamento e os métodos de processamento, tal como discutido por Anaemene e Fadupin (2022). É importante salientar que os carboidratos e as proteínas são os constituintes predominantes do feijão guandu, importantes precursores das reações durante o processo de torra (Haji *et al.*, 2024).

O processo envolve reações de Maillard entre aminoácidos e açúcares redutores, caramelização de carboidratos e pirólise de compostos fenólicos e lípidios, que originam centenas de compostos voláteis e não voláteis (Alves *et al.*, 2010; Nascimento *et al.*, 2007). A cor do produto torrado, medida pelo parâmetro L* da escala CIELab, é o principal indicativo do grau de torra: valores de L* entre 18 e 21 correspondem à torra média, enquanto valores inferiores a 14 indicam torra escura (Martins, 2008).

A perda de massa durante a torrefação varia com a temperatura, o tempo e as características da matéria-prima. Para o café arábica, perdas de 12 a 18% são reportadas para torras leves a escuras (Smith, 1985; Schmidt *et al.*, 2008). A umidade, os lípidios e os carboidratos são os componentes mais afetados pelo tratamento térmico, enquanto as cinzas e as proteínas, em termos de nitrogênio total, são relativamente preservadas (França; Mendonça; Oliveira, 2005).

A torrefação dos grãos de café é geralmente realizada na faixa de temperatura de 160–240 °C por 8–25 min, compreendendo três fases distintas no processo: secagem, torra e geração de cor/sabor (Fadai *et al.*, 2017). A primeira fase é endotérmica, pois a umidade do grão cru se transforma em vapor, aumentando a pressão interna. Uma vez que a pressão do vapor excede a resistência da parede celular, o grão quebra, liberando vapor e voláteis enquanto aumenta de tamanho devido às paredes celulares agora mais fracas. A segunda fase é exotérmica, com o calor adicional do torrador iniciando a pirólise e as reações de Maillard. A formação do aroma ocorre rapidamente durante a segunda fase, que termina com a acumulação de dióxido de carbono. O vapor e os voláteis restantes causam uma

segunda rachadura. A terceira fase após a segunda rachadura continua exotérmica e o grão começa a queimar, criando sabores de queimado (Sruthi *et al.*, 2021; Williams *et al.*, 2022).

Compostos bioativos e qualidade da bebida

Os compostos fenólicos, especialmente os ácidos clorogênicos no café, contribuem para a atividade antioxidante, o amargor e a adstringência da bebida. Durante a torrefação, parte desses compostos é degradada por pirólise e hidrólise, formando lactonas de ácido clorogênico e compostos fenólicos de baixo peso molecular (López-Galilea *et al.*, 2007). Os lipídios atuam como peneira seletiva na retenção de compostos aromáticos, sendo que maiores teores de lipídios podem estar associados a melhores perfis sensoriais, ao mesmo tempo em que aumentam o risco de oxidação durante o armazenamento (Quast, 2004; Vidal, 2001). O extrato aquoso, mínimo de 20% exigido pela legislação brasileira, é indicador do rendimento de extração e do corpo da bebida (Brasil, 1999).

O feijão-guandu contém um número significativo de compostos bioativos benéficos para a saúde, tais como compostos fenólicos, flavonóides, taninos, saponinas e ácido fítico. Estes compostos apresentam inúmeras propriedades benéficas, incluindo efeitos anti-inflamatórios, antibacterianos, antioxidantes, anticancerígenos e antidiabéticos (Oluwole *et al.* 2021).

Um estudo de Yilwa *et al.* (2023) revelou a presença de vários compostos bioativos em extratos de ervilha-de-pomba seca, incluindo alcalóides, flavonóides, terpenóides, esteróides, fitoesteróides, saponinas, taninos, fenolantraquinonas, xantoproteínas e flobatanina. Entre estes, compostos fenólicos como a apigenina, a orientina, a biocanina A, a vitexina, a genisteína, a isovitexina, a genistina, a luteolina, a isorhamnetina e o ácido cajanina-estilbeno têm sido associados a uma vasta gama de propriedades biológicas. Estas incluem atividades antioxidantes, antitumorais, anti-inflamatórias, antibacterianas, antivirais, antiplasmodiais, hipoglicêmicas, hipocolesterolêmicas, anticancerígenas e hepatoprotetoras. Estes compostos fenólicos são reconhecidos como fitoquímicos primários que contribuem significativamente para as propriedades medicinais do feijão-guandu, conforme comprovado por vários estudos.

METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como quantitativa, experimental, laboratorial e comparativa, envolvendo análises físico-químicas entre o feijão Guandu torrado e moído e o café arábica comercial. A pesquisa foi realizada na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco no município de Garanhuns-PE, onde as amostras foram obtidas e as análises foram realizadas.

Obtenção e preparo das amostras

As amostras de feijão Guandu (*Cajanus cajan* L. Millspaugh) foram fornecidas por pequenos

produtores rurais do município de Garanhuns-PE. Os grãos foram colhidos quando as vagens apresentavam coloração marrom e estavam completamente secas. A torrefação foi realizada de forma artesanal, sob constante agitação, em recipiente de alumínio por 60 minutos a temperatura média de 250 °C. Após resfriamento até a temperatura ambiente, os grãos foram submetidos a duas moagens em moedor manual para obtenção de granulometria fina. O café arábica torrado e moído comercial foi utilizado como referência comparativa. Todas as análises foram realizadas em triplicata no Laboratório de Análise de Alimentos e na Central de Laboratórios de Apoio à Pesquisa (CENLAG) da UFAPE.

Análises físico-químicas

A granulometria foi determinada conforme a ABIC (2013), por agitação em jogo de peneiras (12, 16, 20 e 30 mesh). A densidade aparente foi obtida pela relação entre a massa da amostra (g) e o volume ocupado em proveta graduada (mL). A perda de massa foi calculada pela diferença entre o peso dos grãos crus e torrados, e o rendimento pela relação entre a massa do produto torrado e moído e a massa inicial. O teor de umidade foi determinado em balança de umidade (Shimadzu MOC-63U). As cinzas foram obtidas por incineração em mufla a 550 °C. Os lipídios foram extraídos pelo método Soxhlet com n-hexano (Detmann *et al.*, 2012). As proteínas foram determinadas pelo método de Kjeldahl (fator 6,25). Os carboidratos foram calculados por diferença. A cafeína foi quantificada pelo método espectrofotométrico a 274 nm, com extração por clorofórmio (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método de Folin-Ciocalteu, com leitura a 765 nm e curva padrão de ácido gálico, na infusão preparada com 6 g de café em 50 mL de água (Instituto Adolfo Lutz, 2008). Os açúcares redutores foram quantificados pelo método do DNS (ácido 3,5-dinitrossalicílico) a 540 nm, conforme Maldonade, Carvalho e Ferreira (2013). O pH foi determinado em pHmetro digital (Marconi PA-200) em solução a 10%. A acidez total titulável foi determinada por titulação com NaOH 0,1 M. Os sólidos solúveis totais foram medidos por refratometria digital. O extrato aquoso foi determinado por evaporação de alíquota da infusão em banho-maria e secagem em estufa a 105 °C. A cor foi medida com colorímetro Konica Minolta CR-10, obtendo-se os parâmetros L*, a* e b* (CIELab). O índice de acidez (IA), os ácidos graxos livres (%AGL) e o índice de saponificação (IS) foram determinados conforme o Instituto Adolfo Lutz (2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas do feijão Guandu torrado e moído, comparados

com os do café arábica (Tabela 01).

Tabela 01: Caracterização físico-química do feijão Guandu torrado e moído e do café arábica.

Parâmetro	Feijão Guandu torrado e moído	Café arábica
Densidade aparente (g/mL)	0,76 ± 0,00	0,33 ± 0,00
Perda de massa (%)	19,64	16,98
Rendimento (%)	80,36	83,02
Luminosidade	16,93 ± 1,19	21,03 ± 0,71
Umidade (%)	3,92 ± 0,22	4,37 ± 0,18
Sólidos solúveis totais (%)	25,00	27,50
Lipídios (%)	10,91 ± 0,77	19,43 ± 0,55
IA (mg NaOH/g)	1,60 ± 0,00	2,30–2,42*
AGL (%)	1,13 ± 0,00	1,9–2,30*
IS (mg NaOH/g)	148,41 ± 0,95	173,9–222,6*
Proteínas (%)	16,15 ± 0,73	9,02 ± 0,28
Cafeína (%)	Não detectada	1,12
Compostos fenólicos (mg/100mL)	71,34 ± 0,01	166,80 ± 0,03
Carboidratos totais (%)	64,19	63,39
Açúcares redutores (%)	0,51 ± 0,018	1,27 ± 0,12
ATT (mL NaOH 0,1 mol/L)	120,17 ± 0,00	223,17 ± 0,00
pH	6,46 ± 0,046	5,42 ± 0,09
Extrato aquoso (%)	22,80 ± 0,01	29,15 ± 0,01
Cinzas (%)	4,83 ± 0,05	3,79 ± 0,03

Resultados expressos como média ± DP (n = 3). IA: Índice de Acidez; AGL: Ácidos Graxos Livres; IS: Índice de Saponificação; ATT: Acidez Total Titulável. *Dados de acordo com Speer e Kölling-Speer (2006) e Al-Hamamre *et al.* (2012). Fonte: Própria (2026).

Granulometria, densidade aparente e torrefação

A moagem do feijão Guandu resultou em granulometria fina, com 33% de retenção no fundo das peneiras, dentro do intervalo de 25-40% estabelecido pela ABIC (2013) para cafés torrados e moídos tradicionais. Esse resultado é comparável ao do café arábica analisado (26%) e confirma a adequação do produto para o preparo de infusão pelo método tradicional, que favorece maior superfície de contato entre o pó e a água quente, potencializando a extração dos compostos solúveis

(Fagan *et al.*, 2011).

A densidade aparente do feijão Guandu torrado (0,76 g/mL) foi consideravelmente superior à do café arábica analisado (0,33 g/mL), resultado coerente com a maior compacidade da estrutura celular da leguminosa. Franca *et al.* (2005) reportaram que cafés de maior qualidade sensorial tendem a apresentar densidades aparentes mais elevadas (0,64-0,65 g/mL), o que sugere que o feijão Guandu torrado posiciona-se positivamente em termos de integridade estrutural. Essa maior densidade implica necessidade de torra mais lenta para que o inchamento interno do grão ocorra de forma adequada, conforme observado no processo artesanal adotado neste estudo.

A perda de massa durante a torrefação foi de 19,64% para o feijão Guandu, ligeiramente superior à do café arábica (16,98%), dentro da faixa esperada para torras médias a moderadamente escuras (Smith, 1985). A análise de cor evidenciou uma luminosidade $L^* = 16,93$ para o Guandu e $L^* = 21,03$ para o café arábica, valores compatíveis com torra média para ambos, conforme a escala de referência de Martins (2008). A coloração obtida, semelhante visualmente ao café arábica torrado, é resultado das reações de Maillard e da caramelização de carboidratos durante a torrefação.

Composição centesimal

O teor de umidade do feijão Guandu torrado (3,92%) está abaixo do limite máximo de 5% estabelecido pela Resolução ANVISA nº 277/2005 para cafés torrados e moídos, indicando adequada estabilidade microbiológica. O teor de cinzas (4,83%) é superior ao do café arábica (3,79%), mas inferior ao limite de 5% que pode indicar impurezas minerais na amostra (ANVISA, 2005). Esse maior teor mineral é característico do feijão Guandu, que é reconhecido pela literatura como fonte relevante de cálcio, ferro, magnésio e fósforo (Barcelos *et al.*, 1999).

O teor de proteínas do feijão Guandu torrado (16,15%) foi expressivamente superior ao do café arábica analisado (9,02%), resultado esperado dado o alto teor proteico característico das leguminosas. Embora durante a torrefação as proteínas sejam parcialmente desnaturadas e participem da reação de Maillard, originando compostos voláteis responsáveis pelo aroma da bebida, o nitrogênio total, base do método de Kjeldahl, é preservado (Toci *et al.*, 2006). Esse elevado teor proteico representa atributo nutricional positivo, sugerindo que a bebida de Guandu pode contribuir para a ingestão proteica diária, especialmente em populações vulneráveis.

Os lipídios do feijão Guandu torrado (10,91%) foram inferiores aos do café arábica (19,43%), resultado que indica menor propensão à oxidação lipídica e, consequentemente, maior estabilidade durante o armazenamento. Quast (2004) reporta que os lipídios do café são facilmente oxidados durante a estocagem, comprometendo o sabor e o aroma da bebida. O menor teor lipídico do Guandu

representa, portanto, vantagem tecnológica em termos de vida de prateleira do produto torrado. Os teores de carboidratos totais foram similares entre as amostras, confirmando a semelhança na composição energética das duas matrizes.

Cafeína, compostos fenólicos e açúcares redutores

O feijão Guandu torrado e moído não apresentou teor detectável de cafeína nas análises realizadas, confirmando sua classificação como bebida descafeinada conforme a RDC nº 277/2005, que estabelece o limite máximo de 0,1% (g/100g) para produtos nessa categoria. Esse resultado corrobora o conhecimento empírico dos produtores e consumidores locais e posiciona o produto como alternativa natural à cevada torrada e a outros sucedâneos descafeinados processados por métodos químicos, os quais podem apresentar resíduos de solventes (Toci *et al.*, 2006). O café arábica analisado apresentou 1,12% de cafeína, valor dentro da faixa de 0,7-1,6% reportada por Jeszka-Skowron *et al.* (2015).

O teor de compostos fenólicos totais do Guandu (71,34 mg/100mL) foi inferior ao do café arábica (166,80 mg/100mL). Essa diferença está relacionada à ausência de ácidos clorogênicos, principal fração fenólica do café, na composição do feijão Guandu, bem como ao menor teor de açúcares redutores que limita a formação de compostos fenólicos pela reação de Maillard durante a torrefação. Contudo, o teor obtido para o Guandu é comparável ao de outras bebidas funcionais, como o chá preto, e é suficiente para conferir à bebida atividade antioxidante mensurável (Fukushima *et al.*, 2009).

Parâmetros físico-químicos da infusão

O pH do feijão Guandu torrado (6,46) foi superior ao do café arábica (5,42), indicando menor acidez, resultado associado ao menor teor de ácidos orgânicos presentes no grão e à menor intensidade de fermentação dos açúcares durante a torrefação, uma vez que o feijão Guandu possui menor concentração de açúcares redutores. Teixeira *et al.* (2016) reportam que cafés submetidos a torras mais escuras tendem a apresentar pH mais elevado, em razão da degradação progressiva dos ácidos clorogênicos. Sivetz e Desrosier (1979) recomendam pH entre 4,95 e 5,20 para bebidas palatáveis de café; o pH mais elevado do Guandu resulta em bebida de menor acidez percebida, o que pode ser apreciado por consumidores sensíveis a bebidas ácidas.

A acidez total titulável do Guandu (120,17 mL NaOH 0,1 mol/L) foi inferior à do café arábica (223,17 mL NaOH 0,1 mol/L), resultado consistente com o pH mais elevado e o menor teor de açúcares que participam de fermentações geradoras de ácidos orgânicos. Os sólidos solúveis totais

(25%) e o extrato aquoso (22,8%) atenderam aos valores mínimos estabelecidos pela legislação brasileira, 25% e 20%, respectivamente, confirmando a capacidade do feijão Guandu de fornecer substâncias solúveis em quantidade suficiente para uma bebida com corpo e rendimento adequados (Brasil, 1999; São Paulo, 2010).

Os índices de acidez (1,60 mg NaOH/g), ácidos graxos livres (1,13%) e saponificação (148,41 mg NaOH/g) do feijão Guandu foram inferiores aos valores reportados para o café arábica, indicando menor extensão de hidrólise lipídica e menor propensão às reações de saponificação, o que é coerente com o menor teor de lipídios totais da amostra. Esses resultados reforçam a perspectiva de maior estabilidade oxidativa do produto durante o armazenamento (Quast, 2004; Vidal, 2001).

CONCLUSÕES

O feijão Guandu torrado e moído demonstrou composição físico-química compatível com a do café arábica e potencial efetivo como sucedâneo para bebida por infusão. A ausência de cafeína confirma sua classificação como bebida descafeinada, o que a torna uma alternativa natural, sem processamento químico, para consumidores com restrições ao alcaloide, como hipertensos, gestantes e portadores de transtornos de ansiedade.

O elevado teor de proteínas, o menor teor de lipídios e a maior estabilidade oxidativa em relação ao café arábica são atributos nutricionais e tecnológicos relevantes. Os parâmetros de umidade, cinzas, sólidos solúveis totais e extrato aquoso atenderam às normas vigentes para cafés torrados e moídos, e a granulometria fina obtida pela moagem artesanal é compatível com o preparo de infusão pelo método tradicional. Os resultados fornecem embasamento científico para a valorização de uma prática cultural regional do Agreste Pernambucano, com potencial de agregar valor econômico à produção da agricultura familiar e estimular a comercialização do produto na região.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, pelo apoio institucional e pela infraestrutura, à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo incentivo. Agradecemos também aos produtores rurais de Garanhuns-PE, pelo fornecimento das amostras de feijão Guandu.

REFERÊNCIAS

ABIC – Associação Brasileira da Indústria de Café. Norma de Qualidade Recomendável e Boas Práticas de Fabricação de Cafés Torrados em Grão e Cafés Torrados e Moídos. **Revisão 25**. São

Paulo: ABIC, 2013.

AL-HAMAMRE, Z. *et al.* Oil extracted from spent coffee grounds as a renewable source for fatty acid methyl ester manufacturing. **Fuel**, v. 96, p. 70–76, 2012.

ALVES, R. C.; CASAL, S.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Tocopherols in coffee brews: Influence of coffee species, roast degree and brewing procedure. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, p. 802–808, 2010.

ALVES, S. M. C. *et al.* Balanço do nitrogênio e fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após a incorporação de biomassa de Guandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 1111–1117, 2004.

ANAEMENE, D.; FADUPIN, G. Anti-Nutrient Reduction and Nutrient Retention Capacity of Fermentation, Germination, and Combined Germination-Fermentation in Legume Processing. **Applied Food Research**, v. 2, n. 1, 100059, 2022.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 277, de 22 de setembro de 2005**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Café, Cevada, Chá, Erva-Mate e Produtos Solúveis. Brasília: ANVISA, 2005.

AZEVEDO, Gláucia Santos Dias. Efeito do espaçamento e de práticas culturais sobre o desenvolvimento de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Mill). 2020. 53f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista – Unesp, Jaboticabal, 2020.

BARCELOS, M. F. P. et al. Aspectos tecnológicos e sensoriais do Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) enlatado em diferentes estádios de maturação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 1, p. 73–83, 1999.

BRASIL. **Portaria nº 377, de 26 de abril de 1999**. Estabelece normas para fixar a identidade e as características mínimas de qualidade do café torrado em grão e café torrado e moído. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 29 abr. 1999.

CHAGAS, S. J. de R. **Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais**. 1994. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – UFLA, Lavras, 1994.

DAGLIA, M. *et al.* In vitro antioxidant and ex vivo protective activities of green and roasted coffee. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 1449–1454, 2000.

DA SILVA, Sandra Andréa Santos et al. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo sob influência do feijão guandu *Cajanus cajan* (L. Millsp.) no município de Pacajá, Pará, Brasil. **Ciências Rurais em Foco**, v. 2, p. 42, 2021.

DE MOURA, Luiz Neto. Eficiência simbiótica de rizóbios em feijão guandu em casa de vegetação. 2020. 33f. **Dissertação** (Mestrado em Agricultura do trópico úmido) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus, 2020.

DETMANN, E. *et al.* Métodos para análise de alimentos. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012.

FAGAN, E. B. *et al.* Efeito do tempo de formação do grão de café (*Coffea* sp) na qualidade da bebida. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 5, p. 729–738, 2011.

FADAI, N. T.; MELROSE, J.; LEASE, C. P.; SCHULMAN, A.; VAN GORDER, R. A. A het and mass study of coffee bean roasting. **International Journal of Heat and Mass Transfer**, v. 104, p. 787-799, 2017.

FRANÇA, A. S.; MENDONÇA, J. C. F.; OLIVEIRA, S. D. Composition of green and roasted coffees of different cup qualities. **LWT – Food Science and Technology**, v. 38, n. 7, p. 709–715, 2005.

FUKUSHIMA, Y. *et al.* Coffee and green tea as a large source of antioxidant polyphenols in the Japanese population. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 1253–1259, 2009.

HAJI, A.; TEKA, T.; YIRGA BEREKA, T.; NEGASA ANDERSA, K.; DESALEGN NEKERA, K.; GELETA ABDI, G.; LEMA ABELTI, A.; MAKISO URUGO, M. Nutritional Composition, Bioactive Compounds, Food Applications, and Health Benefits of Pigeon Pea (*Cajanus cajan* L. Millsp.): A Review. **Legume Science**, 6: e233, 2024.

HOFFMANN, C. E. **Resfriamento no processo de torra nas características de qualidade tecnológica e sensorial do café**. 2001. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Pelotas, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008.

JESZKA-SKOWRON, M.; ZGOŁA-GRZEŚKOWIAK, A.; GRZEŚKOWIAK, T. Analytical methods applied for the characterization and the determination of bioactive compounds in coffee. **European Food Research and Technology**, v. 240, p. 19–31, 2015.

KARRI, V.R.; NALLURI, N. Pigeon Pea (*Cajanus cajan* L.) by-products as potent natural resource to produce protein rich edible food products. **International Journal Current: Agricultural Sciences**, p. 229-236, 2017.

LÓPEZ-GALILEA, I.; PEÑA, M. P.; CID, C. Correlation of selected constituents with the total antioxidant capacity of coffee beverages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 15, p. 6110–6117, 2007.

MALDONADE, I. R.; CARVALHO, P. G. B.; FERREIRA, N. A. Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método de DNS. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2013. (Comunicado Técnico, 85).

MARTINS, A. C. C. L. Determinação de precursores da serotonina em café por CLAE-par iônico. 2008. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – UFMG, Belo Horizonte, 2008.

MIZUBUTI, I. Y. *et al.* Propriedades funcionais da farinha e concentrado proteico de feijão Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 50, n. 3, p. 274–280, 2000.

MONTEIRO, M. C.; TRUGO, L. C. Determinação de compostos bioativos em amostras comerciais de café torrado. **Química Nova**, v. 28, n. 4, p. 637–641, 2005.

MUNYENDO, L. M.; NJOROGGE, D. M.; OWAGA, E. E.; MUGENDI, B. Coffee phytochemicals and post-harvest handling- A complex and delicate balance. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 102, 103995, 2021.

NASCIMENTO, E. A. *et al.* Constituintes voláteis e odorantes potentes do café conilon em diferentes graus de torrefação. **Ciência & Engenharia**, v. 16, n. 1/2, p. 23–30, 2007.

OLUWOLE, O. B.; NICHOLAS-OKPARA, V. A. N. ; ELEMO, G.; ADEYOJU, O.; IBEKWE, D.; ADEGBOYEGA, M. O. Medicinal Uses, Nutraceutical Potentials, and Traditional Farm Production of Bambara Beans and Pigeon Peas. **Global Journal of Epidemiology and Public Health**, v. 6, p. 41–50, 2021.

QUAST, L. B.; AQUINO, A. D. Oxidação dos lipídios em café arábica (*Coffea arabica* L.) e café robusta (*Coffea canephora* P.). **B. CEPPA**, v. 22, n. 2, p. 351–364, 2004.

SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. **Resolução SAA nº 19, de 5 de abril de 2010**. Norma de padrões mínimos de qualidade para café torrado em grão e torrado e moído. Diário Oficial [Poder Executivo], São Paulo, 09 abr. 2010.

SCHMIDT, C. A. P.; MIGLIORANZA, E.; PRUDÊNCIO, S. H. Interação da torra e moagem do café na preferência do consumidor do oeste paranaense. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1111–1117, 2008.

SILVA, M. F. **Caracterização físico-química do feijão Guandu torrado e moído para fins de bebida por infusão**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – UFRPE/UAG, Garanhuns, 2018.

SILVA, R. F.; ASCHERI, J. L. M.; PEREIRA, R. G. F. A. Composição centesimal e perfil de aminoácidos de arroz e pó de café. **Alimentos e Nutrição**, v. 18, n. 3, p. 325–330, 2007.

SIVETZ, M.; DESROSIER, N. W. Coffee technology. Westport: Avi, 1979. 716 p.

SMITH, A. W. Introduction. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. Coffee: chemistry. New York: Elsevier **Applied Science**, v. 1, cap. 1, p. 1–41, 1985.

SOUZA, P. A. *et al.* Avaliação físico-química e nutricional de grãos de feijão-Guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp). **Alimentos e Nutrição**, v. 3, p. 51–62, 1991.

SPEER, K.; KÖLLING-SPEER, I. The lipid fraction of the coffee bean. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 2, p. 319–340, 2006.

SRUTHI, N. U.; PREMJI, Y.; PANDISELVAM, R.; KOTHAKOTA, A.; RAMESH, S. V. An overview of conventional and emerging techniques of roasting: Effect on food bioactive signatures. **Food Chemistry**, v. 348, 129088, 2021.

TEIXEIRA, O. R. *et al.* Qualidade físico-química e microscópica de 14 marcas comerciais de café torrado e moído. **Coffee Science**, v. 11, n. 3, p. 396–403, 2016.

TOCI, A.; FARAH, A.; TRUGO, L. C. Efeito do processo de descafeinação com diclorometano sobre a composição química dos cafés arábica e robusta. **Química Nova**, v. 29, p. 965–971, 2006.

VIDAL, H. M. **Composição lipídica e a qualidade do café (*Coffea arabica* L.) durante armazenamento**. 2001. 93 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – UFV, Viçosa, 2001.

VIEIRA, L. R.; GUERRA, N. B.; FREITAS, E. M. Sucedâneo do café a partir de *Prosopis juliflora*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 121–124, 1995.

WILLIAMS, S. D.; BARKLA, B. J.; ROSE, T. J.; LIU, L. Does Coffee Have Terroir and How Should It Be Assessed? **Foods**, v. 11, n. 13, 1907, 2022.

YILWA, V. M.; DIKWA, K. B.; EMERE, M. C.; AIROBOMAN, P. O. Comparative Assessment of the Phytochemicals of the Leaves and Seeds of Pigeon Pea (*Cajanus cajan* (L.) Huth) Plant. **Journal of Advances in Science and Engineering**, v. 8, n. 1, p. 1–17, 2023.