



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMÁTICA, USO E CONSERVAÇÃO
DA BIODIVERSIDADE

IVANIZE DANIELLA ELVIRA CAETANO

CONSERVAÇÃO E USO DA VARIABILIDADE GENÉTICA DO CAJUEIRO: UM
ESTUDO SOBRE A COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO BANCO ATIVO DE
GERMOPLASMA DA EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL

FORTALEZA

2024

IVANIZE DANIELLA ELVIRA CAETANO

CONSERVAÇÃO E USO DA VARIABILIDADE GENÉTICA DO CAJUEIRO: UM
ESTUDO SOBRE A COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO BANCO ATIVO DE
GERMOPLASMA DA EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL

Dissertação apresentada ao programa de Pós Graduação em Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal do Ceará, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade. Área de concentração: Prospecção e Uso Sustentável da Biodiversidade.

Orientadora: Ana Cecília Ribeiro de Castro

FORTALEZA
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- E1c Elvira Caetano, Ivanize Daniella.
Conservação e Uso da Variabilidade Genética do Cajueiro: Um Estudo Sobre a Composição Nutricional do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Agroindústria Tropical / Ivanize Daniella Elvira Caetano. – 2024.
65 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade, Fortaleza, 2024.
Orientação: Profa. Dra. Ana Cecília Ribeiro de Castro.
1. Germoplasma. 2. Composição Nutricional. 3. Castanha de Caju. I. Título.

CDD 578.7

IVANIZE DANIELLA ELVIRA CAETANO

CONSERVAÇÃO E USO DA VARIABILIDADE GENÉTICA DO CAJUEIRO: UM
ESTUDO SOBRE A COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO BANCO ATIVO DE
GERMOPLASMA DA EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL

Dissertação apresentada ao programa de Pós Graduação em Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal do Ceará, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade. Área de concentração: Prospecção e Uso Sustentável da Biodiversidade

Aprovado em: 28/02/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Ana Cecília Ribeiro de Castro (Orientadora)
Embrapa Agroindústria Tropical (EMBRAPA)

Pesquisadora Dr^ª. Patrícia Nascimento Bordallo
Embrapa Agroindústria Tropical (EMBRAPA)

Pesquisador Dr. Kirley Marques Canuto
Embrapa Agroindústria Tropical (EMBRAPA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por toda força durante a minha jornada acadêmica, me dando força para acabar meu mestrado com saúde e alegria.

À Universidade Federal do Ceará, ao Programa de pós-graduação em Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade (PPGSIS) e a todo corpo docente, por proporcionarem um ensino de alta qualidade.

À minha orientadora, prof^a. Dr^a Ana Cecília Ribeiro de Castro, pela dedicação à pesquisa e excelente orientação, por ter me guiado durante a fase de elaboração deste trabalho, por todos os ensinamentos, e por ser uma profissional que serve de inspiração para nós, futuros pesquisadores e futuros docentes.

Agradeço em especial o meu pai Daniel Caetano, por toda força, apoio, ensinamentos, e pelo seu esforço em garantir que não me faltasse nada durante a minha jornada no Brasil. E carinhosamente agradeço a minha madrastra Cléria Alice, por ser uma mãe para mim e estar sempre presente para dar conselhos, chamar atenção, me dar força e muito apoio. E um abraço à avó Elisa Caldeira, que todos os dias, sem falta, me envia uma mensagem para saber como estou.

Agradeço ao meu companheiro Brian Junior, pela paciência e cuidado, por aguentar cada momento de estresse e ansiedade, por cada fase de desespero, por sempre estar do meu lado, seja nos momentos bons ou maus, por me incentivar e me fazer acreditar em mim. Seu apoio me fez chegar até aqui. Aproveito para agradecer a minha sogra, Dona Amélia, pois só Deus sabe o que fez e faz por nós.

Agradeço às minhas avós, Zélia Santos e Maria Esperança, que infelizmente já não poderão acompanhar este momento, mas agradeço por todos os ensinamentos. Em especial à Zélia, agradeço por ter sido a melhor mãe que Deus poderia me ter dado, por nunca ter desistido de mim, pela criação e educação que me deu, por todos os desafios que passou por ter me criado, por garantir que nunca me faltasse nada, para sempre eu vou te amar minha querida mãe.

Agradeço as minhas tias, Márcia Pestana, Duília Baptista, Micaela Ferreira, Carla Silva, Ana Caetano e a minha mãe, Antónia Elvira, por fazerem parte de toda a minha trajetória.

Agradeço a família que o Brasil me deu, Roseane, Kevin, Gildo, Fernanda, Prata, Kassia, Márcia, Miguel e Chico, com vocês a vida é mais bonita! E não poderia deixar de agradecer aos amigos que mesmo longe se fazem presentes, Flávia, Jéssica, Adriana, Marah e Karina.

À Embrapa Agroindústria Tropical por ceder o espaço e condições para que esse trabalho fosse desenvolvido. À Dr^a Ídila Maria da Silva Araújo, à Dr^a Ana Paula Dionísio e ao Dr Ebenezer de Oliveira Silva pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões. Aos colegas do laboratório BAG Caju, especialmente a Caricielle, Matheus, Grazy, Laura e Vanessa por de certa forma terem ajudado na elaboração do trabalho e estarem sempre à disposição para ajudar com este trabalho. Agradeço ao laboratório de análises de alimentos da Embrapa Agroindústria Tropical, Joabson, Nycolly e Damicleaa, por todo o auxílio.

Agradeço a Dra Patrícia Bordallo e ao Dr. Kirley Canuto por terem aceito fazer parte da banca avaliadora da Dissertação de Mestrado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

Remember to look up at the stars and not down at your feet. Try to make sense of what you see and wonder about what makes the universe exist. Be curious. E
however difficult life may seem, there is always something you can do and succeed
at. It matters that you don't just give up. (Hawking, 2010)

RESUMO

A amêndoa da castanha de caju (ACC) é um dos principais produtos derivados do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), conhecida por ser um produto rico em nutrientes essenciais, sendo a terceira noz mais consumida no mundo. A caracterização de genótipos de caju, é fundamental para a seleção de tipos superiores, interessantes como fonte de proteína para o mercado plant-based, em plena ascensão. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo caracterizar ACCs provenientes de 50 acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Caju da Embrapa Agroindústria Tropical. Inicialmente foram avaliadas as seguintes variáveis: massa da castanha e amêndoa, rendimento industrial, umidade, proteínas, lipídios e cinzas e, posteriormente, dos acessos com maiores teores de proteínas foi avaliado o perfil de aminoácidos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância seguida pelo teste de agrupamento das médias. Para a avaliação da diversidade dos genótipos em relação às variáveis umidade, lipídios, cinzas e proteínas, os dados foram submetidos a análise multivariada de agrupamento, pelo método hierárquico de ligação média entre grupos (UPGMA). Quanto aos parâmetros físicos observou-se que entre os acessos a massa da castanha variou de 4,42 a 15,87g, enquanto a massa da amêndoa apresentou uma faixa de variação de 1,37 a 3,73g e o rendimento industrial variou de 8,53% a 31,36%. Quanto à caracterização nutricional, umidade variou de 2,6% a 3,9%, enquanto as cinzas apresentaram uma faixa de variação de 2,6% a 8,1%. Os teores de proteínas oscilaram de 13,7% a 22,1%, e os lipídios variaram de 30,6% a 46,2%. A partir desses resultados, foram selecionados cinco acessos com os maiores teores de proteínas, para a caracterização do perfil dos aminoácidos, e conseqüentemente, sua qualidade proteica. Entre os aminoácidos analisados, o ácido glutâmico foi o mais prevalente, com uma faixa de 4,39% a 5,28%, seguido pela arginina, com uma variação de 2,21% a 2,63%, e pelo ácido aspártico, variando de 1,89% a 2,24%. Por outro lado, a metionina foi o aminoácido com menor teor entre as amostras, variando de 0,33% a 0,37%. É importante ressaltar que todos os acessos apresentaram proteína de excelente qualidade, com concentrações de aminoácidos superiores aos limites estabelecidos pela legislação brasileira para a declaração de alegações nutricionais referentes à proteína. A diversidade nutricional das amêndoas da castanha de caju encontrada nos acessos avaliados ressalta a riqueza e seu potencial como fonte de proteína de qualidade e fornece informações valiosas para a seleção de genótipos superiores de interesse.

Palavras-chave: Germoplasma; Composição Nutricional; Castanha de Caju.

ABSTRACT

The cashew nut kernel (ACC) is one of the primary products derived from the cashew tree (*Anacardium occidentale* L.), renowned for its rich essential nutrient content, and ranks as the third most consumed nut globally. Characterizing cashew genotypes is pivotal for selecting superior varieties that hold promise as protein sources for the burgeoning plant-based market. This study aimed to characterize ACCs from 50 accessions of the Active Cashew Germplasm Bank at Embrapa Agroindústria Tropical. Initially, the assessment encompassed variables such as nut and kernel mass, industrial yield, moisture, protein, lipids, and ash content. Subsequently, the amino acid profile of accessions with the highest protein content was evaluated. The experimental design was entirely randomized, and the obtained data underwent analysis of variance followed by mean grouping testing. To evaluate genotype diversity concerning moisture, lipids, ash, and protein variables, the data underwent multivariate cluster analysis using the hierarchical method of average linkage between groups (UPGMA). Regarding physical parameters, it was noted that among the accessions, nut mass ranged from 4.42 to 15.87g, while kernel mass exhibited variation from 1.37 to 3.73g, and industrial yield varied from 8.53% to 31.36%. In terms of nutritional characterization, moisture content ranged from 2.6% to 3.9%, with ash content varying between 2.6% and 8.1%. Protein content ranged from 13.7% to 22.1%, while lipids ranged from 30.6% to 46.2%. Based on these findings, five accessions with the highest protein content were chosen for characterization of their amino acid profile and, consequently, their protein quality. Among the analyzed amino acids, glutamic acid was the most abundant, ranging from 4.39% to 5.28%, followed by arginine, with a range of 2.21% to 2.63%, and aspartic acid, ranging from 1.89% to 2.24%. Conversely, methionine exhibited the lowest content among the samples, ranging from 0.33% to 0.37%. It's crucial to emphasize that all the accessions exhibited protein of excellent quality, with amino acid concentrations surpassing the thresholds set by Brazilian legislation for declaring nutritional claims related to protein. The nutritional diversity observed in the evaluated cashew nut kernels underscores their richness and potential as a source of high-quality protein. This insight provides valuable information for the selection of superior genotypes, thus contributing to the advancement of research and development in this field.

Keywords: Germplasm; Nutritional Composition; Cashew Nut.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Cajueiro comum (à esquerda) e cajueiro anão-precoce (à direita) em Pacajus, Ceará 17
- Figura 2 - Amêndoas de diferentes classificações 22
- Figura 3 - Fluxograma das etapas do beneficiamento da amêndoa da castanha de caju (ACC) 38
- Figura 4 - Massa da castanha (g), massa da amêndoa (g) e rendimento industrial (%) de 50 acessos de cajueiros do Banco Ativo de Germoplasma de Caju (BAG Caju), localizado no campo experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, no Município de Pacajus, CE.42
- Figura 5 - Teores de Cinzas (%) das amêndoas da castanha de caju de 50 acessos de cajueiros do Banco Ativo de Germoplasma de Caju (BAG Caju), localizado no campo experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, no Município de Pacajus, CE. 45
- Figura 6 - Teores de Lipídios (%) das amêndoas da castanha de caju de 50 acessos de cajueiros do Banco Ativo de Germoplasma de Caju (BAG Caju), localizado no campo experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, no Município de Pacajus, CE. 45
- Figura 7 - Teores de Proteína Bruta (%) das amêndoas da castanha de caju de 50 acessos de cajueiros do Banco Ativo de Germoplasma de Caju (BAG Caju), localizado no campo experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, no Município de Pacajus, CE. 46
- Figura 8 - Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre 50 acessos de cajueiro, Fortaleza – CE, 2024 47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características Nutricionais da amêndoa da castanha de caju	24
Tabela 2 - Aminoácidos essenciais da amêndoa da castanha de Caju	25
Tabela 3 - Resumo da ANOVA dos parâmetros físicos da amêndoa da castanha de caju de 50 genótipos da Embrapa Agroindústria Tropical, (Pacajus-CE)	43
Tabela 4 – Tabela para seleção de acessos para análise de perfil de aminoácidos da amêndoa da castanha de caju de 5 acessos de cajueiros do Banco Ativo de Germoplasma de Caju (BAG Caju) da Embrapa Agroindústria Tropical, (Pacajus-CE)	48
Tabela 5 - Composição de aminoácidos essenciais das amêndoas da castanha de caju de 5 acessos de cajueiros do Banco Ativo de Germoplasma de Caju (BAG Caju), localizado no campo experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, no Município de Pacajus, CE..	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACC	Amêndoa da Castanha de Caju
AFI	Association of Food Industries
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists
AOCS	American Oil Chemists
ANOVA	Análise de Variância
BAG	Banco Ativo de Germoplasma
BCAA	Branched-Chain Amino Acids
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento.
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization
HPLC	High-performance Liquid Chromatography.
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INC	International Nut and Dried Fruit Council
LCC	Líquido da Castanha de Caju
LW	Large Whole
PITC	Phenyl Isothiocyanate
PTC	Phenylthiocarbamide
SLW	Special Large Whole
UPGMA	Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages
USDA	United States Department of Agriculture Agriculture
US\$	Dólar americano
UV	Radiação Ultravioleta
W	Whole

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1 O cajueiro e sua importância socioeconômica	16
3.2 Banco Ativo de Germoplasma de Cajueiro	18
3.3 Amêndoa da Castanha de Caju	19
3.4 Beneficiamento e Classificação da Amêndoa da Castanha de Caju	20
3.5 Caracterização Nutricional	23
3.6 Alimentos Plant- Based	26
4. REFERÊNCIAS	
CAPÍTULO 1 - COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DA AMÊNDOA DA CASTANHA DE CAJU DE ACESSOS DA EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL	
4.1 INTRODUÇÃO	37
4.2 MATERIAIS E MÉTODOS	38
4.2.1 Obtenção e Processamento das Amostras	38
4.2.2 Caracterização Nutricional	38
4.2.2.1 <i>Caraterização Física</i>	38
4.2.2.2 <i>Caraterização Física – Química</i>	39
4.2.3 Análise Estatística	41
4.2.4 Perfil de Aminoácidos	41
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS	
APÊNDICE A – TABELA COM OS RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO FÍSICA	
APÊNDICE B – TABELA DOS RESULTADOS OBTIDOS AGRUPADOS PELO TESTE DE SKOTT GRUPADOS A 5% DE PROBABILIDADE	
APÊNDICE C - PROCEDÊNCIA DOS ACESSOS DO BANCO DE GERMOPLASMA DE CAJUEIRO DA EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL, PACAJUS – CE.	
APÊNDICE D - FOTOS DAS CASTANHAS SELECIONADAS PARA A ANÁLISE DO PERFIL DE AMINOÁCIDOS	

1. INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta tropical, nativa do Brasil, sendo encontrada principalmente no Nordeste. É uma árvore frutífera pertencente à família Anacardiaceae, conhecida por prosperar em solos pobres e em diversas condições climáticas (Tamuno; Monday, 2019). Existem dois tipos de cajueiros: o cajueiro comum, que pode crescer até 15 metros de altura, e o cajueiro anão, que alcança aproximadamente 5 metros de altura (Serrano; Oliveira, 2013; Souza Junior *et al.*, 2022).

O fruto do cajueiro é composto por um pseudofruto, que é a parte carnosa formada pelo pedúnculo floral, e pela castanha que é o fruto verdadeiro. É comumente utilizado na produção de doces, sucos e, principalmente, castanhas *in natura* ou processadas, de maior valor econômico (Herkenhoff *et al.*, 2023).

A produção de caju é realizada em mais de 32 países, com destaque para a Costa do Marfim, que tem se mantido como maior produtor e exportador da castanha de caju a nível mundial, desde o ano de 2015. Além disso, Brasil, Índia e Indonésia (Gnage *et al.*, 2023) também merecem destaque na produção de caju. No Brasil, segundo dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), no ano de 2023, o Nordeste foi responsável pela produção de cerca de 116,014 toneladas de castanha de caju e apenas o Ceará corresponde a 56,7% sendo o maior produtor do país.

O caju pode ser explorado de diversas formas: o seu fruto verdadeiro (castanha-de-caju) fornece a amêndoa (ACC) que é altamente comercializada (a nível nacional e internacional), e é a terceira entre as nozes mais consumidas no mundo na forma de fruta seca ou como ingrediente de cozinha de diferentes culturas; e o seu pseudofruto que pode ser consumido *in natura* ou em forma de suco, geleia, vinho, doces, xarope (Akyereko *et al.*, 2023). Além destes dois produtos, também tem-se o Líquido da Casca da Castanha (LCC), um composto fenólico não comestível, que tem ampla utilização industrial graças às suas propriedades de polimerização e redução do atrito (Aguilar *et al.*, 2001).

Embora diversos produtos possam ser disponibilizados a partir do caju, o que apresenta maior expressão econômica é a amêndoa da castanha de caju (ACC). A ACC é rica em nutrientes essenciais, de acordo a informações fornecidas pelo USDA (2020), contendo em média 18,2% de proteína, 43,8% de lipídios totais, 5,2% de umidade, 2,54% de cinzas e 30,2% de carboidratos. Estas propriedades podem favorecer a dieta de quem está em busca de uma alimentação mais equilibrada.

A amêndoa da castanha de caju destaca-se como uma das nozes mais consumidas globalmente, devido ao seu notável valor nutricional (Van-Hung *et al.*, 2022). Diversos estudos foram realizados para explorar as características físico-químicas das amêndoas de caju (Kilanko *et al.*, 2020), desenvolver concentrados e isolados de proteína derivados da castanha de caju (Lima *et al.*, 2021) avaliar a qualidade de produtos elaborados com a farinha da amêndoa da castanha de caju (Emelike *et al.*, 2020).

A busca por proteínas alternativas e o mercado plant-based estão em constante expansão (Aschemann-Witzel *et al.*, 2020). O mercado mundial de produtos plant-based está crescendo a uma taxa composta anual de 7,6%, e é previsto que alcance quase US\$4 bilhões até 2024 (Grasso *et al.*, 2021; Gouvêa *et al.*, 2023). A farinha obtida no processamento da amêndoa da castanha de caju pode ser utilizada na produção de concentrados de proteínas, proporcionando um novo uso a este subproduto na indústria alimentícia (Lima *et al.*, 2021).

Assim, a compreensão da composição nutricional da amêndoa da castanha de caju, levando em consideração a amplitude de variação genética de um Banco de Germoplasma, é fundamental para o desenvolvimento de produtos alimentícios de alta qualidade. O Banco de Germoplasma do caju, que abriga uma coleção com ampla diversidade, é fundamental para a identificação de genótipos de cajueiro superiores para diferentes usos agroindustriais, como castanhas melhores, do ponto de vista nutricional (Castro *et al.*, 2023). No entanto, apesar da relevância da caracterização físico-química em programas de melhoramento, existe uma lacuna específica no conhecimento científico relacionado à amêndoa da castanha de caju.

Desta forma, este estudo busca abordar essa lacuna específica, fornecendo *insights* sobre a composição nutricional, bem como o perfil de aminoácidos da amêndoa da castanha de caju de diferentes acessos do Banco de Germoplasma da Embrapa Agroindústria Tropical, a fim de elucidar as possíveis diferenças entre eles no que diz respeito a sua composição nutricional, fornecendo um panorama das propriedades e compostos que a tornam tão valiosa. Isso abre portas para futuras pesquisas no que tange a compreensão da qualidade nutricional deste alimento, proporcionando informações úteis tanto para a comunidade científica quanto para a indústria alimentícia.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Caracterizar quanto aos parâmetros nutricionais a amêndoa da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) e seleção de cinco acessos para avaliar a qualidade da proteína das amêndoas.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a massa e o rendimento industrial da amêndoa da castanha de caju entre os acessos do Banco de Germoplasma de Caju.
- Analisar a composição química (umidade, cinzas, proteína, lipídios) da amêndoa da castanha de caju dos acessos.
- Avaliar o perfil de aminoácidos de 5 acessos selecionados a partir da composição física e química.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 O cajueiro e sua importância socioeconômica

O *Anacardium occidentale* L., popularmente conhecido como cajueiro, pertence à família Anacardiaceae, que engloba 76 gêneros e mais de 600 espécies. No Brasil ocorrem 15 gêneros e 64 espécies, sendo que 19 delas são endêmicas (Silva-Luz *et al.*, 2020). Dentre os gêneros dessa família, o *Anacardium* L. destaca-se especialmente pela sua importância econômica, e é composto por 11 espécies, sendo 9 delas encontradas no Brasil, das quais o *Anacardium occidentale* L é a espécie mais cultivada (Mitchell; Mori, 1987).

O cajueiro é nativo do Brasil, sendo uma árvore que se caracteriza por resistir a várias condições climáticas, incluindo seca e solo pobre em nutrientes. É uma espécie perene que pode apresentar-se como árvore de pequeno à grande porte (Yokomizo *et al.*, 2021). Na natureza podem ser encontrados dois tipos de cajueiros, nomeadamente, o cajueiro comum e o cajueiro anão (Figura 1), sendo diferenciados principalmente pelas suas características de porte.

Figura 1 - Cajueiro comum (à esquerda) e cajueiro anão (à direita) em Pacajus, Ceará.



Fonte: Banco de Germoplasma de Caju (BAG Caju), 2022.

O cajueiro comum possui um porte maior, podendo atingir até 15 m de altura, e o anão atingindo aproximadamente 5 m (Serrano; Oliveira, 2013; Souza Junior et al., 2022), podem ainda ser diferenciados pela sua produtividade, enquanto o cajueiro gigante possui produção a partir de 8 anos, o cajueiro anão apresenta uma produção viável a partir do segundo ano (Menezes; Galvão, 2001).

É uma árvore versátil, que também apresenta propriedades medicinais, suas folhas, caules e extratos de casca são utilizadas na medicina, como anti-diabéticas, anti-inflamatórias, antibacterianas e analgésicas (Kunjumon; Shenoy, 2022). O caju, fruto do cajueiro, é constituído de um pedúnculo (pseudofruto) que serve de suporte para a fruta verdadeira e de maior valor (castanha de caju) sendo um fruto de interesse tanto do ponto de vista econômico quanto nutricional de ambas as partes do fruto (Kunjumon; Shenoy, 2022).

O Brasil desempenha um papel significativo no que diz respeito à produção de caju, com ênfase especial para o Nordeste, que é responsável pela maior produção do país com uma área de plantio de aproximadamente 430 mil hectares (IBGE, 2020).

O agronegócio do caju pode ser categorizado em produtos distintos: os que se referem a transformação do pedúnculo em diversos produtos (bebidas, doces, condimentos, farinhas, etc); os oriundos do processamento das castanhas de caju, geralmente focando na produção de amêndoas inteiras ou amêndoas quebradas, que possuem um menor valor comercial, sendo frequentemente utilizadas como matéria-prima na indústria de confeitaria e panificação, além de outros co-produtos (Souza Junior *et al.*, 2022).

Além dos produtos principais, durante o processamento industrial do caju, são geradas enormes quantidades de subprodutos, como a casca da castanha, o tegumento da amêndoa, a farinha de amêndoa e o bagaço, acarretando efeitos adversos tanto ambientais quanto econômicos. As biomassas residuais conservam compostos orgânicos que podem ser utilizados na produção de biocombustíveis, importantes para promover a sustentabilidade e a lucratividade das cadeias produtivas do caju (Silva *et al.*, 2023).

Devido à elevada importância sócio-econômica do cajueiro, é fundamental realizar a conservação da variabilidade presente em populações nativas. Apesar de possuir um custo elevado, a conservação do germoplasma é uma atividade de extrema importância para o melhoramento genético de uma espécie e que pode ser realizada através da implementação de um banco de germoplasma (Paiva; Crisóstomo; Barros, 2003).

3.2 Banco Ativo de Germoplasma de Cajueiro

A conservação dos recursos genéticos é uma atividade crucial, pois permite que a variabilidade genética seja caracterizada e disponibilizada, fornecendo genes que podem ser utilizados em programas de melhoramento (Salomão *et al.*, 2019). Para isto, a conservação de recursos genéticos deve se basear na coleta, introdução, intercâmbio e conservação, caracterização e avaliação dos recursos genéticos disponíveis a fim de se armazenar esses materiais genéticos (Oliveira *et al.*, 2020; Faleiro *et al.*, 2020).

A conservação dos recursos genéticos pode ser realizada fora do seu habitat natural (*ex situ*), em locais com condições controladas como nos Bancos Ativos de Germoplasma (BAG) (José *et al.*, 2019), ou no próprio local de ocorrência da espécie (*in situ*), seja de forma natural na natureza ou em áreas de cultivo e domesticação (Sevilha *et al.*, 2019).

O Banco Ativo de Germoplasma de Cajueiro da Embrapa (BAG-Caju) está localizado no campo experimental de Pacajus-CE, e conserva mais de 600 acessos das espécies *A. occidentale* L., *A. humile* e *A. othonianum*, sendo constituído majoritariamente por indivíduos da espécie *A. occidentale* (Castro, 2020). A caracterização tem sido realizada através de descritores morfológicos para a planta, o pedúnculo e o fruto, através de marcadores moleculares (SNPs) bem como por características químicas, físicas e físico-químicas do pedúnculo e do fruto, além de registrar a incidência e intensidade de doenças (Castro, 2020).

A diversidade genética encontrada no Banco, pode fornecer informações importantes sobre as características dos acessos que são de interesse para programas de melhoramento, para a indústria e diversos usuários. Alguns cultivares comerciais (CCP 76, CCP 1001, CP 09) tiveram origem no BAG Caju (Castro, 2020).

Novos usos e agregação de valor aos genes conservados no acervo é uma preocupação permanente na curadoria do Banco de Germoplasma do Cajueiro (Castro; Vasconcelos, 2021), trata-se de uma ferramenta essencial para o desenvolvimento de cultivares de caju com maior produção de castanhas ou mesmo castanhas melhores, do ponto de vista nutricional (Castro *et al.*, 2023).

3.3 Amêndoa da Castanha de Caju

A castanha de caju é o fruto verdadeiro do cajueiro, explorado comercialmente ao redor do mundo. A castanha de caju é um aquênio reniforme, que mede de 3 a 5 centímetros de comprimento e 2,5 a 3,5 centímetros de largura. Ela possui uma coloração castanho-escura e brilhante, coriácea e lisa. Internamente, apresenta um mesocarpo espesso, alveolado, que

contém um líquido viscoso e corrosivo chamado de líquido da castanha de caju (LCC). No interior da castanha encontra-se a amêndoa com formato de rim (reniforme), protegida por uma película avermelhada (Figueiredo *et al.*, 2002).

A amêndoa é a parte comestível da castanha e é composta por dois cotilédones de cor marfim, que são carnudos e ricos em óleo (Figueiredo *et al.*, 2002). A amêndoa da castanha de caju ocupa o terceiro lugar entre as nozes mais consumidas em todo o mundo, seja como fruto seco ou como ingrediente culinário usado em diferentes culturas, podendo ser consumida como recheio ou incorporada em diferentes receitas (Soares, 2019).

A amêndoa da castanha de caju se destaca como um alimento rico em nutrientes essenciais para a dieta humana (Mattison *et al.*, 2021). Em termos gerais, sua composição abrange 43,8% de gordura, 18,2% de proteína, 5,2% de umidade, 2,54% de cinzas, além de outros componentes como aminoácidos, vitaminas e traços de fósforo, ferro e cálcio (USDA, 2020).

Quanto à produção da castanha de caju, em 2023, a Costa do Marfim se destacou como o principal produtor do mundo e da África Ocidental, com cerca de 1,2 milhões de toneladas colhidas, se consolidando como um dos principais protagonistas do setor. Seguida pela Índia, cuja produção foi de 675,000 toneladas (INC, 2023).

Em 2023, estimativas indicaram que a produção nacional de castanha de caju atingiu 116,829 toneladas colhidas, com os maiores produtores sendo os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, sendo o Ceará o líder com 69,600 toneladas colhidas, o que corresponde a 56,7% da produção nacional (IBGE, 2023). O Piauí, como o segundo maior produtor, apresentou uma produção 21,000 toneladas em 2023, representando 17,1% da produção nacional, seguido pelo estado do Rio Grande do Norte, cuja a produção de castanha de caju em 2023 atingiu 20,700 toneladas, representando 16,8% da produção nacional (IBGE, 2023).

O cultivo dessa fruta desempenha um importante papel socioeconômico pois impulsiona a geração de empregos, tanto no setor agrícola quanto nas indústrias locais. A importância econômica do caju reflete-se em sua participação ativa em diversas etapas do processo industrial, notadamente no processamento do pedúnculo e no beneficiamento da amêndoa da castanha (CONAB, 2012).

3.4 Beneficiamento e classificação da Amêndoa da Castanha de Caju

O processo de beneficiamento da amêndoa da castanha de caju (ACC) envolve as seguintes etapas: secagem inicial da castanha, limpeza, classificação ou calibragem da castanha,

cozimento, resfriamento e secagem, decorticação, estufagem, resfriamento, despeliculagem, seleção e classificação das amêndoas, embalagem e armazenamento (Paiva; Garrutti; Silva Neto, 2000).

Inicialmente, a matéria-prima passa por uma secagem assim que chega na fábrica, em aparelhos secadores. Este procedimento tem o objetivo de diminuir o teor de umidade e assim prevenir o aparecimento de fungos e possíveis danos. Após este processo a castanha pode ser armazenada por até 2 anos (Paiva; Garrutti; Silva Neto, 2000).

O processo de limpeza consiste em uma pré-limpeza das castanhas, que pode ser feito manualmente com a ajuda de peneiras manuais, ou mecanizada com o auxílio de peneiras vibratórias e um sistema de ventilação, que efetua a separação de elementos indesejáveis como areia, folhas, pedras, pedaços de vidro ou ferro, e resíduos vegetais (Paiva *et al.*, 2006). Após a limpeza, as castanhas passam por uma classificação ou calibragem, feita com a ajuda de peneiras, classificando-as em grande, média e pequena.

No cozimento ou autoclavagem o processo é realizado utilizando vapor úmido através de autoclave ou caldeira, durante um período de 20 a 30 minutos, com o objetivo de facilitar o processo de decorticação (Paiva *et al.*, 2006). Após o processo de autoclavagem as castanhas passam por um resfriamento em temperatura ambiente e secagem ao sol por 24h, ou até que percam a umidade que adquiriram no processo de autoclave.

A decorticação é o processo de retirada das cascas das castanhas, consistindo na separação entre amêndoa e a casca da castanha, podendo ser realizado utilizando métodos manuais, semimecanizado ou mecanizado (Paiva *et al.*, 2006).

Após a remoção da casca, a amêndoa é submetida ao processo de estufagem em estufas com circulação de ar quente a temperaturas que variam de 60° C a 70° C, por um período de 6 a 8 horas. Este processo é realizado para diminuição da umidade da amêndoa em até 3%, para assim facilitar a remoção da película que a envolve (Paiva *et al.*, 2006).

Após o processo de estufagem é feito o resfriamento das amêndoas em suportes apropriados, ou em bandejas, até que cheguem a temperatura ambiente para se fazer a despeliculagem (Paiva; Garrutti; Silva Neto, 2000).

Na despeliculagem, o processo consiste na remoção da película da amêndoa. Em caso de amêndoas de tamanhos maiores, o procedimento pode ser feito de forma manual usando somente os dedos ou a ajuda de estiletos. O processo também pode ser realizado de forma mecanizada para amêndoas menores ou quebradas. Neste último método as amêndoas são colocadas em um cilindro rotativo, onde ocorre a remoção da fina película que as envolve. A

película é extraída através do atrito e exaustão em bandejas vibratórias perfuradas (Paiva *et al.*, 2006).

Em seguida, as amêndoas livres de películas seguem para o processo de classificação, feito por pessoas treinadas. Esta etapa define o valor comercial do produto, de acordo com os critérios definidos pela Association of Food Industries (Paiva; Garrutti; Silva Neto, 2000).

Ao final do processo de beneficiamento as amêndoas são embaladas. As embalagens devem ser novas, limpas, secas, impermeáveis, livres de chumbo, hermeticamente fechadas e sem revestimento de papel. Além disso, elas devem ser suficientemente resistentes para proteger o produto durante o transporte e armazenamento (Paiva; Garrutti; Silva Neto, 2000). Após essa etapa a amêndoa é armazenada em um depósito protegido do clima, aguardando as instruções do seu destino (Paiva *et al.*, 2006).

A amêndoa da castanha de caju possui uma ampla classificação que está relacionada ao seu tamanho, cor e integridade. De modo geral, classificam-se em inteiras, bandas, pedaços e farinha. Normalmente, a determinação ocorre na própria indústria de beneficiamento após a extração da amêndoa (Costa, 2013).

De acordo a Association of Food Industries (AFI, 2016) a classificação mais comum para amêndoa da castanha de caju consiste em 7 categorias:

a) Amêndoas Inteiras (Wholes-W): quando apresenta o formato característico de uma amêndoa da castanha de caju tendo no máximo $\frac{1}{8}$ da amêndoa quebrada.

b) Batoques (Butts-B): quando a amêndoa foi quebrada transversalmente, tem menos de $\frac{7}{8}$, mas não menos do que $\frac{3}{8}$ de uma amêndoa inteira, e os cotilédones ainda estão naturalmente presos.

c) Bandas (Splits-S): quando a amêndoa da castanha de caju foi dividida ao meio, desde que não mais do que $\frac{1}{8}$ de seu cotilédone tenha sido quebrado.

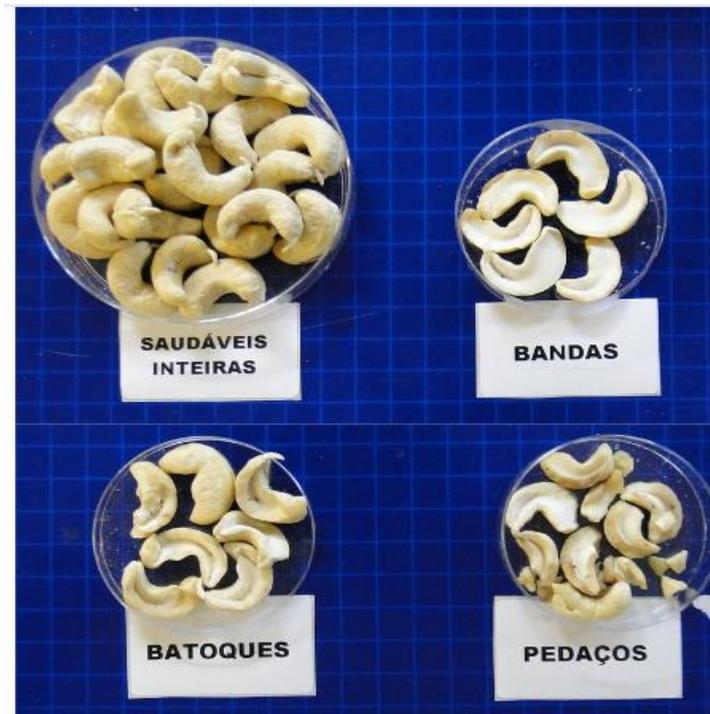
d) Pedaços (Pieces-P): pedaços de amêndoas de vários tamanhos.

e) Grânulos (Granules-G): produto que passar pela peneira de malha 8 (com 2,36 mm de abertura) e for retido pela peneira de malha 10 (com 1,70 mm de abertura).

f) Xerém (X): produto maior que os grânulos, deve passar em malha 10 (com 1,70 mm de abertura) e ficar retido na malha 14 (com abertura de 1,19 mm).

g) Farinha (F): Produto que passa pela malha 14 (com abertura de 1,19 mm), e que seja confeccionada com fio de calibre 26. Diferentes tamanhos de amêndoas podem ser visualizados na Figura 2.

Figura 2 - Amêndoas de diferentes classificações



Fonte: Banco de Germoplasma de Caju (BAG Caju), 2021.

No entanto, existe uma subclasse entre as amêndoas da castanha de caju. De acordo a Association of Foods Industries (AFI, 2016) a subdivisão em classes das amêndoas inteiras é feita em 5 tamanhos: W180, W210, W240, W320 e W450. Esses tamanhos são estabelecidos com base na quantidade de amêndoas inteiras ou pedaços que correspondem a um peso de 500g e nas características de granulometria, podendo ser:

SLW (Special Large Whole) - Inteira Super Especial, representada por de 140 a 180 amêndoas por libra-peso (395 g). Podendo ainda serem classificadas em SLW1 e SLW2, dependendo da sua qualidade.

LW (Large Whole) - Inteira Especial, representada por de 181 a 210 amêndoas por libra-peso (465 g). Podendo ainda serem classificadas de acordo com a sua qualidade em LW1 e LW2.

W (Whole) - Amêndoa inteira: W240 - com 220 a 240 amêndoas por libra-peso (530 g), variando de acordo a sua qualidade em W240 1 e W240 2; W320 - com 241 a 320 amêndoas por libra-peso (706 g), variando de acordo a sua qualidade em W320 1 e W320 2, sendo este o tamanho mais comum no mercado; W450 - com 321 a 450 amêndoas por libra-peso (990 g), variando de acordo a sua qualidade em W450 1 e W450 2.

Podem, ainda, ser agrupadas em W3 quando for amêndoa inteira de terceira qualidade, sem tamanho preestabelecido; W4 para amêndoas de quarta qualidade, sem tamanho

preestabelecido. É de fundamental importância que os produtores obtenham amêndoas com tamanhos que satisfaçam o mercado consumidor mantendo a qualidade da oferta. Amêndoas inteiras “Whole ou W” sem defeitos ou manchas são necessárias para o comércio de snacks. Já as amêndoas quebradas são utilizadas em produtos diversos para confeitaria, biscoitos, produtos de panificação, entre outros. Em termos de tamanho a "W320" é o tamanho mais comum no mercado, disponível em todas as partes do mundo (Olubode *et al.*, 2023).

3.5 Caracterização nutricional

Segundo Mattison *et al.* (2021), a amêndoa da castanha de caju é rica em nutrientes essenciais à dieta humana. Composta por proteínas de alta qualidade, lipídios, açúcares e outros componentes, apresenta ainda uma variedade de aminoácidos essenciais, vitaminas, e também alguns minerais como fósforo, ferro e cálcio (Chen *et al.*, 2023). Na Tabela 1, apresenta-se as características nutricionais da ACC, segundo alguns autores.

Tabela 1 - Características Nutricionais da Amêndoa da Castanha de Caju

Características (g/100g)	Rico <i>et al.</i> (2015)	USDA (2020)	Sempore <i>et al.</i> (2021)
Umidade	3,8	2,54	4,56
Proteínas	21,3	18,2	20,62
Lipídios	48,3	43,8	50,71
Cinzas	2,5	30,2	2,87

Fonte: Elaborada pela Autora

Nozes e castanhas, como a castanha de caju, destacam-se como excelentes fontes de energia devido aos seus teores de lipídios que variam em torno de 43,9% (USDA, 2020). As nozes são ricas em ácidos graxos poliinsaturados, compostos importantes para o organismo humano uma vez que possuem efeitos protetores contra a deterioração cardiovascular (Pereira *et al.*, 2006).

O teor de cinzas refere-se à parte inorgânica do alimento, compreendendo os elementos químicos em sua composição, essenciais para a manutenção de condições metabólicas saudáveis na dieta humana. Assim, o resíduo inorgânico está diretamente ligado ao potencial nutritivo do alimento em relação aos seus elementos químicos fundamentais para o organismo humano (IAL, 2008).

As nozes destacam-se como excelentes fontes de proteínas e aminoácidos essenciais (Gonçalves *et al.*, 2023). Quanto ao teor de proteínas, a amêndoa da castanha de caju apresenta um alto valor, em torno de 21,1% (Chen *et al.*, 2023). Além da quantidade, a proteína da amêndoa da castanha de caju apresenta boa qualidade proteica exibindo um perfil de aminoácidos que atende grande parte das necessidades diárias de crianças e adultos (Freitas; Naves, 2010). A proteína é considerada de boa qualidade quando apresenta uma boa digestibilidade e quantidade adequada de aminoácidos essenciais. Geralmente as proteínas são formadas por 20 aminoácidos (Souza, 2013).

Do ponto de vista nutricional, os aminoácidos classificam-se em: não essenciais (sintetizados pelo corpo) e essenciais (não sintetizados pelo corpo, obtidos por dieta alimentar) (Bressanini *et al.*, 2023). Dentre os aminoácidos essenciais, encontramos os aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA) compreendendo 14% do total de aminoácidos encontrados nas proteínas musculares e esqueléticas humanas, e diferem de outros aminoácidos essenciais por serem oxidados principalmente no músculo esquelético pelo complexo enzimático desidrogenase de BCAA (Ahmed; Khan, 2006).

Os aminoácidos desempenham funções fisiológicas fundamentais para o organismo. Após serem absorvidos, esses compostos são metabolizados para originar proteínas que são utilizadas na formação de diversos tecidos corporais (Bressanini *et al.*, 2023).

A amêndoa da castanha de caju é rica em aminoácidos (38,78%). Os principais aminoácidos básicos, como a leucina e arginina, estão presentes em uma proporção de 22,23%. As proteínas da castanha de caju contêm todos aminoácidos essenciais e podem ser comparadas a outras nozes no que diz respeito ao seu perfil proteico (Eradasappa *et al.*, 2024). A Tabela 2 apresenta os aminoácidos essenciais presentes na ACC, segundo estudos anteriores.

Tabela 2 - Aminoácidos essenciais da Amêndoa da Castanha de Caju

Aminoácidos (mg)	Rico <i>et al.</i> (2016)	Barboza <i>et al.</i> (2019)	Gonçalves <i>et al.</i> (2023)
Histidina	0,47	0,46	0,46
Isoleucina	0,80	0,84	0,79
Leucina	1,47	1,38	1,47
Lisina	0,97	0,98	0,93
Metionina	0,37	0,29	0,36
Cisteína	0,40	0,57	0,39
Fenilalanina	0,93	0,96	0,95

Tirosina	0,63	0,73	0,51
Treonina	0,74	0,68	0,69
Triptofano	0,32	-	0,29
Valina	1,12	1,27	1,09

Fonte: Elaborada pela Autora

Há uma crescente transição para dietas baseadas em vegetais, e com o aumento no consumo de produtos proteicos à base de plantas, nos últimos anos, centenas de produtos foram lançados no mercado com atributos sensoriais (como sabor, textura, aparência e aroma) semelhantes aos de seus equivalentes de origem animal (Ereani *et al.*, 2023).

Amêndoas de castanha de caju têm sido utilizadas como fonte de proteínas alternativas para produtos plant-based, em especial, àqueles análogos a leites, manteigas e queijos, contribuindo para incremento protéico destes produtos ou até mesmo sendo sua única fonte de proteína (Antoine *et al.*, 2023). A qualidade de proteínas encontradas em nozes e amêndoas deve ser examinada, por se tratar de um aspecto importante para a nutrição humana. Isso inclui a biodisponibilidade de seus aminoácidos essenciais.

3.6 Alimentos plant-based

O conceito “plant-based”, ou seja, a base de plantas, se concentra no consumo de alimentos provenientes principalmente de fontes vegetais (frutas, nozes, grãos, óleos, vegetais, grãos, e legumes), suprimindo as necessidades alimentares de pessoas que estão em busca de reduzir o consumo de produtos de origem animal (Maciel, 2022).

O interesse em dietas “plant-based” disparou por diversas razões. O consumidor está preocupado com questões como melhorias de saúde, mudanças climáticas, sustentabilidade, as condições em que os alimentos são produzidos, bem como o bem-estar dos animais (Craig *et al.*, 2020).

Os produtos alimentares plant-based geralmente têm um tempo de prateleira mais longo e oferecem maior segurança alimentar se comparados aos produtos de origem animal, eliminando o risco de contaminação por doenças zoonóticas (Nowacka *et al.*, 2023). Estes produtos em sua maioria replicam características encontradas em alimentos de origem animal, como sabor, aparência e a textura recebendo o nome de análogos (Boukid, 2021) e podem classificar-se em: análogos de frutos do mar, análogos de ovos, análogos de laticínios e análogos de carne (Nowacka *et al.*, 2023).

O mercado global para produtos de base vegetal vem crescendo a uma taxa composta de crescimento anual de 7,6% e deve atingir um valor de quase US\$4 bilhões até 2024 (Grasso *et al.*, 2021; Gouvêa *et al.*, 2023). A demanda por proteínas alternativas e o mercado plant-based, só cresce (Aschemann-Witzel *et al.*, 2020).

A amêndoa da castanha de caju possui vitaminas, minerais e ingredientes ativos, oferecendo benefícios para a saúde. A ACC possui lipídios com quase 80% de insaturação, ajudando assim a manter níveis saudáveis de colesterol. Além disso, possui também um alto teor de proteínas (18%) de boa qualidade. Assim, a amêndoa da castanha de caju pode ser um suplemento ideal para produtos plant-based (Antoine *et al.*, 2023).

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. J. N.; SOUZA NETO, N. C.; BRAGA, C. C.; BRITO, J. I. B.; SILVA, E. D. V.; SILVA, M. A. V.; LIMA, J. B. Zoneamento pedoclimático para a cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) na região Nordeste do Brasil e no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 557-563, 2001. Disponível em: RBason-21 (embrapa.br)
- AFI - Association of Food Industries. AFI Nut & Agricultural Products Section. Specifications for Cashew Kernels, 2016. Disponível em: cashews-part-i.pdf (afius.org)
- AKYEREKO, Y. G.; YEBOAH, G. B.; WIREKO-MANU, F. D.; ALEMAWOR, F.; MILLS-ROBERTSON, F. C.; ODOOM, W. Nutritional value and health benefits of cashew apple. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 3, p. 110-118, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1002/jsf2.107>
- ANTOINE, A.; KOUA, A.; DJENEBA, O.; D'AVILA, G. Primary Characterization of a Novel Soymilk-Cashew Fermented with an Improving of Its Antioxidant e Anti-Inflammatory Contents. **Food and Nutrition Sciences**, Abidjan, v. 14, n. 5, p. 421-435, 2023. Doi: <https://doi.org/10.4236/fns.2023.145028>.
- EREANI, G.; GIOVANNI, S.; ALESSERA, M.; FEDERICO, F.; HANS, D.; DANIELA, M. Plant-Based Meat Alternatives: Technological, Nutritional, Environmental, Market, e Social Challenges and Opportunities. **Nutrients**, Piacenza v. 15, n. 2, p. 452, 2023. Doi: <https://doi.org/10.3390/nu15020452>
- ASCHEMANN-WITZEL, J.; GANTRIIS, R. F.; FRAGA, P.; PEREZ-CUETO, F.J. Plant-based food e protein trend from a business perspective: markets, consumers, the challenges and opportunities in the future. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 3119-3128, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1793730>
- BOUKID, F. Plant-based meat analogues: From niche to mainstream. **European Food Research and Technology**, v. 247, p. 297-308, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03630-9>
- BRESSANINI, G. F.; de LIMA M. M. B.; NOGUEIRA, B. M. A. A relação entre o consumo de proteína de origem animal e a síntese proteica muscular em praticantes de exercício físico. **Revista Multidisciplinar da Saúde**, v.5, n. 1, p. 1-19, 2023. Disponível em: [A relação entre o consumo de proteína de origem animal e a síntese proteica muscular em praticantes de exercício físico. | Revista Multidisciplinar da Saúde \(anchieta.br\)](#)
- CASTRO, A. C. R.; BARBOSA, E. R.; CRUZ, A. C. A.; SEGUNDO, V. C. V.; PEREIRA, M. A.; LIMA, A. C.; TORRES, C. R. B.; ARAGÃO, F. A. S. Characterization of Cashew Nut (*Anacardium occidentale* L.) Germplasm for Kernel Quality Attributes. **International Journal of Plant Biology**, v.14, p.1092–1099, 2023. <https://doi.org/10.3390/ijpb14040079>
- CASTRO, A. C. R. Banco Ativo de Germoplasma de Cajueiro: Embrapa Agroindústria Tropical. In: **Bancos e coleções de germoplasma da Embrapa: conservação e uso**. PÁDUA, J. G.; ALBUQUERQUE, M. S.M.; MELO, S. C. M. (Eds.). Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020. 167 p.

- CASTRO, A. C. R.; VASCONCELOS, L. F. L. Bancos Genéticos Anacardium (caju e cajuí). In: SILVA JUNIOR *et al.* (ORG). A arca de noé das frutas nativas brasileiras. 1ª ed. Brasília: Embrapa. P. 63-72. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1136847/a-arca-de-noe-das-frutas-nativas-brasileiras>
- CHEN, Y. Y.; LI, N. Y.; GUO, X.; HUANG, H. J.; GARCIA-OLIVEIRA, P.; SUN, J. Y.; LIU, C. The nutritional and bioactive constituents, functional activities, and industrial applications of cashew (*Anacardium occidentale*): a review. **Food Frontiers**, v. 4, p. 1606-1621, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1002/fft2.250>
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento, 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_11_11_09_08_41_conab_-_conjuntura_semanal_2011_-_castanha_de_caju_-_ceara.pdf> Acesso em: 03 de novembro de 2012.
- COSTA, V. D. S. Elaboração de novo produto gelificado à base de extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju: Estudo dos parâmetros sensoriais. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza:, Ceará, 2013. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/hele/riufc/18063>.
- CRAIG, W. J.; ANN, R. M.; UJUÉ, F.; KATE, M.; FAYTH, L.; MILES, A. V.; SAUNDERS, E. H.; HADDAD, C. E.; HESKEY, P. J.; ENETTE, L. M.; ORLICH, M. The Safe and Effective Use of Plant-Based Diets with Guidelines for Health Professionals. **Nutrients**, v. 13, p. 4144, 2021. Doi: <https://doi.org/10.3390/nu13114144>
- ERADASAPPA. E.; MOHANA G. S.; PODUVAL, M.; SETHI, K.; RANI, M. S. A.; LOURDUSAMY, I. K.; VELMURUGAN. S.; MANJUSHA. M.; RAVIPRASAD, T. N.; ANIÇKUMAR. C. Analysis of stability for nut yield and ancillary traits in cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Scientific Reports**. v. 14, n. 1, p. 2127, 2024. Doi: 10.1038/s41598-024-52030-6.
- EMELIKE, N. J. T.; BARBER, L. I.; DEEBOM, M. D. Nutrient composition and sensory properties of wheat bread substituted with defatted and undefatted cashew kernel (*Anacardium occidentale* L.) Flours. **European Journal of Nutrition & Food Safety**, v. 12, p. 28-39, 2020. Disponível em: Portal .periodicos. CAPES - Acervo
- DAKUYO, R.; KONATE, K.; BAZIE´ D.; SANOU, A.; KABORE, K.; SAMA, H.; SANTARA, B.; KONKOBO, F. A.; DICKO M. H. Correlating the morphology of *Anacardium occidentale* L. fruits from 30 orchards with their physicochemical and nutritional properties. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 1033577, 2022. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1033577>
- FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Revista de Nutrição**, v.23, p. 269-279, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732010000200010>
- FIGUEIREDO, R. W.; LIMA, A. C.; PAIVA, F. F. A.; BASTOS, M. S. R.; MELO, Q. M.S.; FREIRE, F. C. O.; ALVES, R. E. Colheita e pós-colheita da castanha. In: ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. (Ed) Caju: Pós-colheita. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical; Brasília: Informação tecnológica, 2002. p. 30 - 36

GADANI, B. C.; MILÉSKI, K. M. L.; PEIXOTO, L. S.; AGOSTINI, J. D. S. Physical and chemical characteristics of cashew nut flour stored and packaged with different packages. **Food Science and Technology**, v. 37, p. 657-662, 2017. Disponível em: SciELO - Brasil - Physical and chemical characteristics of cashew nut flour stored and packaged with different packages Physical and chemical characteristics of cashew nut flour stored and packaged with different packages Acesso: 23/09/2023.

GNAGNE, A. A. G. B.; SORO, D.; OUATTARA, Y. A.; KOUÏ, E. W.; KOFFI, E. A literature review of cashew apple processing. **African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development**. v. 23, n. 2, p. 22452-22469. Doi: <https://doi.org/10.18697/ajfe.117.20705>

GRASSO, N.; ROOS, Y. H.; CROWLEY, S. V.; ARENDT, E. K. O'MAHONY, A. O. Composition and physicochemical properties of commercial plant-based block style products as alternatives to cheese. **Future Foods**, v. 4, p. 100048, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100048>

GONÇALVES, B.; PINTO, T.; AIRES, A.; MORAIS, M. C.; BACELAR, E.; ANJOS, R.; & COSME, F. Composition of Nuts and Their Potential Health Benefits—An Overview. **Foods**, v. 12, n. 5, p. 942, 2023. Doi: <https://doi.org/10.3390/foods12050942>

GOUVÊA, L. P.; CALDEIRA, R.; AZEVEDO, T. L.; GALDEANO, M. C. ; FELBERG, I.; LIMA, J. R. ; MELLINGER, C. G. Physical and techno-functional properties of a common bean protein concentrate compared to commercial legume ingredients for the plant-based market. **Food Hydrocolloids**, v. 137, p. 108351, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108351>

HERKENHOFF, M. E.; MEDEIROS, I. U. D.; GARUTTI, L. H. G.; SALGAÇO, M. K.; SIVIERI, K.; SAAD, S. M. I. Cashew By-Product as a Functional Substrate for the Development of Probiotic Fermented Milk. **Foods**. v. 12, n. 3383, p. 1-16, 2023. Doi: <https://doi.org/10.3390/foods12183383>

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. V.1: Métodos químicos e físicos para a análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Disponível em: Normas ADOLFOLUTZ.pdf (ufpel.edu.br)

IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, 2023. Disponível em: Tabela 1618: Área plantada, área colhida e produção, por ano da safra e produto das lavouras (ibge.gov.br)

INC - International Nut & Dried Council. INC NUTS & DRIED FRUITS STATISTICAL YEARBOOK 2022/23, 2023. p. 22-25. Disponível em: inc.nutfruit.org

JOSÉ, S. C. B. R, *et al.* Conservação Ex Situ de Recursos Genéticos. In: **Recursos genéticos: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. PAIVA, S. R.; ALBUQUERQUE, M. do S. M.; SALOMAO, A. N.; JOSE, S. C. B. R. R.; MOREIRA, J. R. de A. (Eds.) Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2019.

KILANKO, O.; OJOLO, S. J.; LERAMO, R. O.; ILORI, T. A.; OYEDEPO, S. O.; BABALOLA, P. O.; EKWERE, A. Dataset on physical properties of raw and roasted cashew nuts. Data in Brief, v. 33, p. 106514, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106514>

KUNJUMON, D.; SHENOY, A. *Anacardium occidentale* L.: A Brief Review. **International Journal of pharmaceutical sciences review and research**, p. 6–9, 2022. disponível em: 02.pdf (globalresearchonline.net) acesso em: 23/11/2023

LIMA, J. R.; ARAÚJO, Í. M. D. S.; PINTO, C. O.; GOIANA, M. L.; RODRIGUES, M. D. C. P.; LIMA, L. V. D. Obtaining cashew kernel protein concentrate from nut processing by-product and its use to formulate vegetal burger. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, e2020232, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.23220>.

MACIEL, J. B. Uso da fibra desidratada do pedúnculo do caju em formulações de produtos plant-based. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará Fortaleza, Ceará, 2022. Disponível em: TS-2022.008.pdf (embrapa.br)

MATTISON, C. P.; VANT-HULL, B.; CASTRO, A. C. R.; CHIAL, H. J.; BREN-MATTISON, Y.; BECHTEL, P. J.; BRITO, E. S. Characterization of Anti-Ana o 3 Monoclonal Antibodies and Their Application in Comparing Brazilian Cashew Cultivars. **Antibodies**, v. 10, n. 46, p. 1-17, 2021. Doi: <https://doi.org/10.3390/antib10040046>

MITCHELL, J. D.; MORI, A. S. The cashew and its relatives (Anacardium: Anacardiaceae). **Memoirs of the New York Botanical Garden Series**, New York Botanical Garden v. 42, p. 76, 1987.

NOWACKA, M.; TRUSINSKA, M.; CHRANIUK, P.; PIATKOWSKA, J.; PAKULSKA, A.; WISNIEWSKA, K.; POBIEGA, K. Plant-Based Fish Analogs—A Review. **Applied Sciences**, v. 13, n. 7, p. 4509, 2023. Doi: <https://doi.org/10.3390/app13074509>

OLIVEIRA, J. S. *et al.* Recursos Genéticos e Caracterização Morfo-Agronômica. In: **Banco de germoplasma de Passiflora L. 'Flor da Paixão': caracterização fenotípica, diversidade genética, fotodocumentação e herborização**. FALEIRO, F. G. et al. (Eds.). Brasília, DF: Pro Impress, 2020. 140 p. Disponível em: Infoteca-e: Recursos genéticos e caracterização morfo-agronômica. (embrapa.br)

ORO, T. Composição nutricional, compostos bioativos e vida útil de noz e óleo extra-virgem de noz-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]. Dissertação (Mestrado em Ciências dos alimentos) - Centro de Ciências e Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007. Disponível em: Composição nutricional, compostos bioativos e vida útil de noz e óleo extra-virgem de noz-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] (ufsc.br)

PAIVA, F. F. A.; GARRUTTI, D. S.; SILVA NETO, R. M. Aproveitamento industrial do caju. Embrapa-CNPAT/SEBRAE/CE, p. 88 2000. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/422033/aproveitamento-industrial-do-caju>>. Acesso em: 9 out. 2023.

PAIVA, F. F. A.; LEITE, L. D. S.; PESSOA, P. D. P.; & SILVA NETO, R. M. Processamento de castanha de caju. EMBRAPA, Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, p. 53, 2006. Disponível em: Miolo_castanha.pmd (embrapa.br)

PAIVA, J. R; CRISÓSTOMO J. R; BARROS, L. M. Recursos genéticos do cajueiro: coleta, conservação, caracterização e utilização. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 43p.

PEREIRA, A. L.; AFONSO, M. J.; BORGES, N.; RAPOSO, J. F.; BOAVIDA, J. M. N. Efeito da Ingestão de Nozes e de Um Iogurte com Estanóis no Perfil Lipídico de Indivíduos com Diabetes Tipo 2. **Revista Portuguesa de Diabetes**, v. 2, p. 5-10, 2006. Disponível em: 89367-Rev_Diabetes_2 (revportdiabetes.com)

RAMIRES, Christiane Mendes Cassimiro. Desenvolvimento de clones de cajazeiras sobre diferentes porta-enxertos e diversidade genética de acessos quanto a compostos bioativos nas cascas e folhas. 2016. 164 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/tede/611>

RICO, R.; BULLÓ, M.; SALAS-SALVADÓ, J.; Nutritional composition of raw fresh cashew (*Anacardium occidentale* L.) kernels from different origin. **Food Science & Nutrition**, v. 4, n. 2, p. 329-38, 2015. Doi: [10.1002/fsn3.294](https://doi.org/10.1002/fsn3.294)

SALOMÃO, A.N.; JOSÉ, S.C.B. R.; MOREIRA, J. R. A. (eds.). Recursos genéticos: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2019. 298 p. Disponível em: Infoteca-e: Recursos genéticos: o produtor pergunta, a Embrapa responde.

SEMPORÉ, J. N.; SONGRÉ-OUATTARA, L. T.; TARPAGA, W. V.; BATIONO, F.; DICKO, M. H. Comparison of proximate composition and nutritional qualities of fifty-three cashew accessions from Burkina Faso. **Food and Nutrition Sciences**, v. 12, n. 12, p. 1191-1203, 2021. Doi: <https://doi.org/10.4236/fns.2021.1212087> Acesso: 4/10/2023.

SEVILHA, A. C. *et al.* Conservação *In Situ* de Recursos Genéticos. In: PAIVA, S. R.; ALBUQUERQUE, M. S. M.; SALOMÃO, A. N.; JOSÉ, S. C. B. R.; MOREIRA, J. R. A. (eds.). Recursos genéticos: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2019. 298 p.

SERRANO, L. A. L.; OLIVEIRA, V. H. Aspectos botânicos, fenologia e manejo da cultura do cajueiro. In: João Pratagil Pereira de Araújo. (Org.). **Agronegócio Caju: Práticas e Inovações**. 1ªed. Brasília-DF: Embrapa, p.77-165, 2013.

SILVA-LUZ, C. L.; PIRANI, J. R.; PELL, S. K.; MITCHELL, J. D. 2020. Anacardiaceae in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/FB44>).

SILVA, J.; BRITO, E. S.; FERREIRA, S. R. S. Biorefinery of Cashew By-Products: Recovery of Value-Added Compounds. **Food and Bioprocess Technology**, v. 16, p. 944–960, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11947-022-02916-y>

SOARES, F. C. M. “Queijo vegetal” de amêndoas de castanha de caju estruturado com hidrocolóides. 2019. Monografia (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2019. Disponível em: 2019_tcc_fcsoares.pdf (ufc.br)

SOUZA JÚNIOR, S. L.; PEREIRA, D. D.; CARTAXO, P. H. A.; ARAÚJO, J. R. E. S.; SANTOS, J. P. O. Inter-annual dynamics (2001-2020) of a cashew crop in the municipality of Jacaraú, Paraíba, Brazil. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 9, n. 1, p. 6788, 2022. Doi: <https://doi.org/10.32404/rean.v9i1.6788>

SOUZA, J. M. L. D. Caracterização e efeitos do armazenamento de amêndoas com películas e despelculadas sobre propriedades das frações protéica e lipídica de castanha-do-brasil geral. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/970892>

TAMUNO, E. N. J.; MONDAY, A. O. Physicochemical, mineral and sensory characteristics of cashew nut milk. **International Journal of Food Science and Biotechnology**, v. 4, n. 1, p. 1-6, 2019. Doi: 10.11648/j.ijfsb.20190401.11 Acesso em: 21/08/2023.

USDA - US Department of Agriculture Agriculture. Nutrient Data Laboratory. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28 (Slightly revised). 2020. Disponível em: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170162/nutrients>

YOKOMIZO, G. K. I.; HONGYU, K.; VIDAL NETO, F. C.; MELO, D. S.; SERRANO, L. A. L. Graphical analysis to determine the stability and adaptability of yield characteristics of dwarf cashew trees. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 15, p. 1-15, 2021. Doi: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v15i0.7113>.

VAN-HUNG, P.; NGOC-KHOAT, N.; VAN-MINH, P. A novel approach to cashew nut detection in packaging and quality inspection lines. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**. v. 13, p. 356-361, 2022. Doi: 10.14569/IJACSA.2022.0131243

CAPÍTULO 1 - Composição Nutricional da Amêndoa da Castanha de Caju de Acessos da Embrapa Agroindústria Tropical

Ivanize Daniella Elvira Caetano¹ [0009-0005-6961-0741](#), Ana Cecília R. de Castro^{1,2} [0000-0001-6441-9888](#), Ebenezer de Oliveira Silva² [0000-0002-7396-6637](#), Ana Paula Dionisio² [0000-0002-4282-6383](#), Matheus A. Pereira² [0009-0004-9530-0387](#), Antônia C. A. da Cruz² [0009-0003-2968-3335](#), Vanessa C. V. Segundo³ [0000-0003-1370-9441](#).

¹Programa de Pós-Graduação em Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade – PPGSIS, Universidade Federal do Ceará; Fortaleza, 60455-760, CE, Brazil.

²Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dra. Sara Mesquita, 2270, Fortaleza 60511-110, CE, Brazil.

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- Campus Crateús, Crateús, 63708-260, CE, Brazil.

RESUMO

A amêndoa da castanha de caju é um produto que possui altas concentrações de lipídios e proteínas, podendo ser utilizada como ingrediente em várias receitas, ou como subproduto no mercado plant-based. Assim, é fundamental conhecer a sua composição nutricional. Este trabalho teve como objetivo caracterizar a amêndoa da castanha de caju de diferentes acessos de cajueiro e posterior seleção de cinco acessos para avaliação da qualidade de proteína das amêndoas, selecionados com base nas maiores produtividade da safra de 2021. O trabalho foi realizado em duas fases. Inicialmente foram analisados os seguintes parâmetros: massa das castanhas, massa das amêndoas, rendimento industrial, umidade, proteínas, lipídios e cinzas. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado; os resultados submetidos à ANOVA; as médias comparadas pelo teste de Skott Knott, e submetidos a análise multivariada de agrupamento empregando o método hierárquico de Ligação Média entre Grupos (UPGMA). Quanto aos parâmetros físicos foram encontrados os seguintes resultados: massa da castanha variou de 4,42 a 15,87g, massa da amêndoa de 1,37 a 3,73g, e rendimento industrial de 8,53 a 31,36%. Os resultados das análises químicas apresentaram os seguintes valores: umidade de 2,60–3,9%, cinzas de 2,6–8,1%, proteínas de 13,7–22,1%, lipídios de 30,6–46,2%. A partir desses resultados foram selecionados 5 acessos com os maiores teores de proteína, para a análise do perfil de aminoácidos. O ácido glutâmico (4,39–5,28%) foi o aminoácido com maior presença em todas as amostras, enquanto a metionina (0,33–0,37%) foi o menor. Porém, todos os acessos se representam como uma proteína de excelente qualidade. A diversidade encontrada nos acessos oferece insights cruciais para impulsionar pesquisas visando melhorias genéticas e a preservação da espécie, com potencial impacto na indústria alimentícia e na satisfação dos consumidores.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale* L.; Germoplasma; Composição Nutricional; Cajueiro.

**Nutritional Composition of Cashew Nut Kernel from Accessions by Embrapa
Agroindústria Tropical**

ABSTRACT

Cashew nut almond is a product with high concentrations of lipids and proteins, making it suitable as an ingredient in various recipes or as a byproduct in the plant-based market. Therefore, understanding its nutritional composition is essential. This study aimed to characterize cashew nut almonds from different cashew tree accessions and subsequently select five accessions for protein quality evaluation, based on the highest productivity in the 2021 harvest. The work was conducted in two phases. Initially, the following parameters were analyzed: nut mass, almond mass, industrial yield, moisture, proteins, lipids, and ash content. The experiment was conducted in a completely randomized design; the results were subjected to ANOVA; means were compared using the Scott-Knott test, and multivariate clustering analysis employing the hierarchical method of Average Linkage Between Groups (UPGMA) was performed. Regarding physical parameters, the following results were obtained: nut mass ranged from 4.42 to 15.87g, almond mass ranged from 1.37 to 3.73g, and industrial yield ranged from 8.53 to 31.36%. Chemical analysis results showed the following values: moisture content ranged from 2.60 to 3.9%, ash content ranged from 2.6 to 8.1%, proteins ranged from 13.7 to 22.1%, and lipids ranged from 30.6 to 46.2%. Based on these results, five accessions with the highest protein contents were selected for amino acid profile analysis. Glutamic acid (4.39–5.28%) was the most abundant amino acid in all samples, while methionine (0.33–0.37%) was the lowest. However, all accessions represent a protein of excellent quality. The diversity found in the accessions provides crucial insights to drive research towards genetic improvements and species preservation, with potential impacts on the food industry and consumer satisfaction.

Keywords: *Anacardium occidentale* L.; Germplasm; Nutritional Composition; Cashew Tree.

4.1 INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma árvore frutífera pertencente à família Anacardiaceae, conhecida por prosperar em solos pobres e em diversas condições climáticas (Tamuno; Monday, 2019). O fruto é composto pela castanha de caju (fruto verdadeiro), que fornece a amêndoa da castanha de caju (ACC) e por um pseudofruto, que é a parte carnosa formada pelo pedúnculo floral. É comumente utilizado na produção de doces, sucos e, principalmente, castanhas *in natura* ou processadas, de maior valor econômico (Herkenhoff *et al.*, 2023).

No ano de 2023, a produção global de castanhas de caju atingiu 1,095,030 toneladas, com destaque para alguns países da África, que lideraram a produção. Nos últimos anos, a Costa do Marfim tem se mantido como um dos maiores produtores da castanha de caju no mundo (INC, 2023). No Brasil, o Nordeste consagrou-se como o maior produtor do país no ano de 2023, tendo o estado do Ceará liderando a produção com 69,600 toneladas colhidas (IBGE, 2023).

A amêndoa da castanha de caju, que é amplamente utilizada pela indústria alimentícia, pode ser consumida *in natura*, torrada, frita, como ingrediente para confeitaria e padaria, ou como co-produto no mercado “plant-based”. De acordo a informações fornecidas pelo Departamento de Tabela Brasileira de Composição Alimentos USP (2023), cada 100g de amêndoa da castanha de caju natural contém: 18,2% de proteína, 43,9% de lipídios, 5,20% de umidade, 2,54% de cinzas e 30,2% de carboidratos, portanto, rica em nutrientes essenciais.

A amêndoa da castanha de caju caracteriza-se por ser um alimento com altas concentrações de lipídios e proteínas. A farinha desengordurada da ACC tem sido indicada como uma boa fonte de proteína, possuindo um equilíbrio adequado de aminoácidos essenciais (Olatidoye *et al.*, 2019).

A indústria alimentícia tem se focado em proteínas de origem vegetal pela sua digestibilidade e composição nutricional, com isto, vários esforços têm sido direcionados para se aproveitar ao máximo dessas proteínas (Liu *et al.*, 2018). A amêndoa da castanha de caju, além de possuir um elevado teor de proteínas, apresenta também alta qualidade protéica, exibindo um perfil de aminoácidos que atende grande parte das necessidades de crianças e adultos (Freitas; Naves, 2010).

Portanto, compreender a composição da amêndoa da castanha de caju, levando em consideração a ampla variação encontrada em um Banco de Germoplasma, é essencial para o desenvolvimento de produtos alimentícios de alta qualidade (Castro *et al.*, 2023).

O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização físico-química da amêndoa da castanha de caju, utilizando 50 acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Caju (BAG Caju) da Embrapa Agroindústria Tropical, selecionados com base em sua produtividade na safra de 2021. Posteriormente, a partir dos resultados obtidos, foram escolhidos cinco acessos para investigar a qualidade da proteína presente nas amêndoas. Esse processo proporcionou uma compreensão mais abrangente das propriedades e compostos que conferem valor a essa parte da castanha de caju.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

4.2.1 Obtenção e processamento das amostras

Foram utilizadas amêndoas oriundas de castanhas de 50 acessos de cajueiros do Banco Ativo de Germoplasma de Caju (BAG Caju), localizado no campo experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, no Município de Pacajus, CE. As coordenadas geográficas do local são 4°11'07" S e 38°30'07", e a altitude de 60 metros acima do nível do mar. As castanhas foram colhidas na safra do ano de 2021 e transportadas ao o laboratório do Banco Ativo de Germoplasma de Caju (BAG Caju) da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza-CE e lá armazenadas em uma sala refrigerada (18 °C) até o processamento.

Iniciamos a etapa de processamento das castanhas procedendo à pesagem. Posteriormente, foram submetidas a um ciclo de autoclavagem a 80 °C por 10 minutos, seguida de uma exposição ao sol por 24 horas para secagem. Após esse processo, realizamos a remoção das cascas utilizando uma máquina de corte manual para a retirada das amêndoas, que em seguida foram submetidas à desidratação em um forno a 80 °C por 8 horas, para a retirada manual das películas. Na Figura 3 está representado o fluxograma das etapas do beneficiamento da amêndoa da castanha de caju (ACC).

Figura 3 - Fluxograma das etapas do beneficiamento da amêndoa da castanha de caju (ACC)



Fonte: Elaborada pela Autora

4.2.2 Caracterização Nutricional

4.2.2.1 Caracterização Física

Para este estudo foram selecionados 50 acessos de cajueiros do Banco Ativo de Germoplasma de Caju da Embrapa Agroindústria Tropical, com base em sua produtividade na safra de 2021.

Foram determinadas a massa das castanhas e das amêndoas em gramas e o rendimento industrial das amostras de cada acesso, utilizando-se balança semianálitica com 0,1 g de precisão. O rendimento industrial foi calculado pela relação percentual entre os pesos de cinquenta castanhas de caju e o peso das mesmas cinquenta amêndoas após a decorticação.

Fórmula para o cálculo do Rendimento Industrial

$$R.I = (P_a / P_c) \times 100 \quad (I)$$

Onde:

R.I: Rendimento Industrial

P.a: Peso das Amêndoas

P.c: Peso das Castanhas em casca

4.2.2.2 Caracterização Físico-Química

As amostras de ACC de 50 acessos de cajueiros do BAG caju foram trituradas em MIX, até a obtenção de farinha e submetidas à caracterização físico-química no Laboratório de Análise de Alimentos da Embrapa Agroindústria Tropical, com as determinações realizadas em quintuplicata.

Umidade

O teor de umidade foi determinado segundo método 925.10 da AOAC (2016), onde pesou-se cerca de 2 g de amostra em bags de filtro que posteriormente foram levados à estufa com circulação forçada de ar à temperatura de $105 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ por 6 h. O peso da água evaporada será igual a diferença do peso da amostra antes e após a secagem.

Cinzas

O teor de cinzas foi quantificado segundo o método 923.03 da AOAC (2016). Para tanto, cerca de 1,5 g da amostra foi pesada em cadinho de porcelana tarados previamente e submetidas à incineração em forno mufla à $550 \text{ }^\circ\text{C}$ por 6 horas.

Proteínas

O teor de proteína foi determinado pelo método Dumas em equipamento automático analisador de nitrogênio/proteína NDA 701 Dumas da VELP Scientifica (VELP, 2019), utilizando EDTA como padrão, baseando-se no método 992.23 da AOAC (2016), que consiste na determinação do nitrogênio e proteína por meio da combustão.

Lipídios

O conteúdo lipídico foi determinado de acordo com método Am 5-04 (AOCS, 2005; ANKOM, 2009) utilizando um sistema de extração sob alta temperatura e pressão em equipamento analisador automático de gordura ANKOM, modelo XT15 (ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY, EUA) usando o hexano como solvente.

4.2.3 Análise Estatística

As análises estatísticas foram conduzidas por meio do software GENES. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e posteriormente, foi aplicado o teste de agrupamento das médias de Scott-Knott, considerando um nível de significância de 5%.

Para a avaliação da diversidade dos genótipos em relação às variáveis de umidade, lipídios, cinzas e proteínas, foi estimada a dissimilaridade genética através da Distância Generalizada de Mahalanobis. Os dados foram agrupados utilizando o método hierárquico - Ligação Média entre Grupos (Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages - UPGMA).

Através do método de Mojena (1977) que se baseia no tamanho relativo dos níveis de fusão (distâncias) no dendrograma (SILVA, 2012) foi considerada a dissimilaridade de 65,87% como critério de delimitação dos grupos, resultando na construção de um dendrograma. Para essas análises foi utilizado o software estatístico R.

4.2.4 Perfil de Aminoácidos

A partir dos resultados da caracterização físico-química, foi realizada a seleção de genótipos a partir do índice de seleção baseado na soma de ranks de Mulamba & Mock (1978), em que foram selecionados 5 acessos que apresentaram maior teor de proteínas e maior rendimento industrial, para se determinar o perfil de aminoácidos. Amostras de 1 Kg de amêndoas de castanha de caju de cada um dos acessos selecionados foram processadas e encaminhadas ao laboratório CBO Análises Laboratoriais, localizado em Valinhos-SP, para se realizar a análise do perfil de aminoácidos.

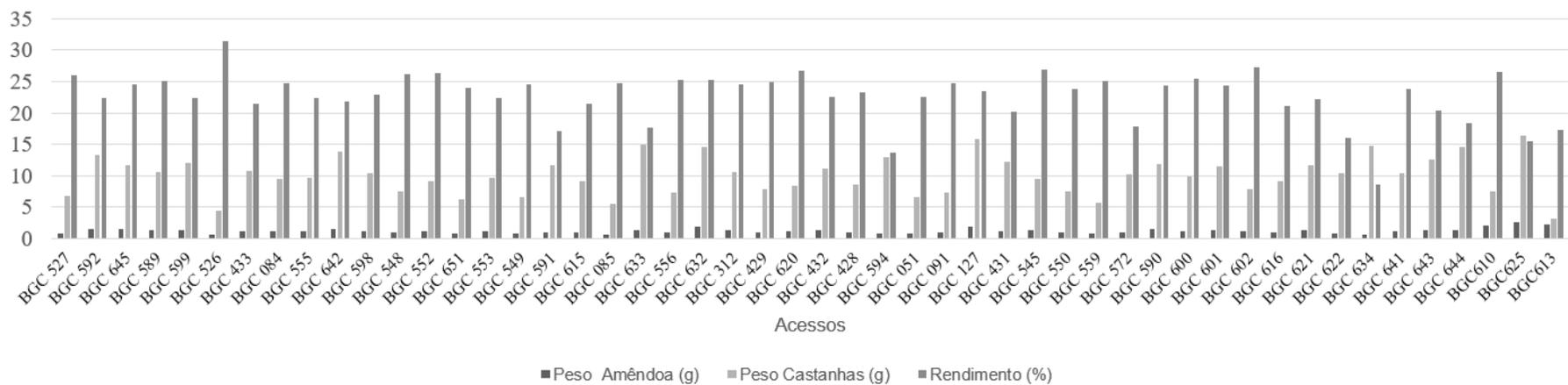
Nas amostras estudadas, foram analisados os seguintes aminoácidos: Ácido Aspártico, Ácido Glutâmico, Serina, Glicina, Histidina, Arginina, Treonina, Alanina, Prolina, Tirosina, Valina, Metionina, Cisteína, Isoleucina, Leucina, Fenilalanina, Lisina, Triptofano.

Com exceção do triptofano, para a determinação do perfil de aminoácidos, foi utilizada a metodologia proposta por White et al. (1986). Nesta análise o fenilisotiocianato (PITC) é usado para derivatização pré-coluna, enquanto a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) com eluição em gradiente de fase reversa separa os derivados do feniltiocarbamil (PTC), que são detectados pela sua absorvância UV. separados por cromatografia líquida de alta eficiência. O triptofano foi determinado utilizando a metodologia proposta por Lucas e Sotelo (1980). A determinação de proteína bruta foi realizada segundo o Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2017).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da massa de castanhas, massa de amêndoas e rendimento industrial entre os acessos avaliados foi bastante variado, como esperado em um Banco de Germoplasma. A massa das amêndoas variou de 63,02 g a 186,88 g, a massa das castanhas variou de 221,07 g a 793,63g e o rendimento industrial variou de 8,53% a 31,36% (Figura 4). A massa das amêndoas de caju tem uma correlação negativa com o rendimento industrial (Dakuyo *et al.*, 2022; Sowmya *et al.*, 2023), entretanto observou-se acessos com alto rendimento industrial e castanhas grandes.

Figura 4 - Massa da castanha (g), massa da amêndoa (g) e rendimento industrial (%) de 50 acessos de cajueiros do Banco Ativo de Germoplasma de Caju (BAG Caju), localizado no campo experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, no Município de Pacajus, CE.



Fonte: Elaborada pela Autora

De acordo com a classificação proposta por Rossetti *et al.* (2018), que divide as castanhas em três categorias: pequenas (peso inferior a 8 g), médias (peso entre 8 g e 12 g) e grandes (peso superior a 12 g), observa-se que 50% dos acessos apresentam castanhas de tamanho médio, 28% dos acessos são de castanhas pequenas e 22% dos acessos correspondem a castanhas de tamanho grande.

Neste estudo, a massa das amêndoas variou de 1,26 g a 3,73 g, com uma média em torno de 3,22 g. A propósito, uma amêndoa de caju classificada como "W320" pesa aproximadamente 1,42 gramas, e apenas dois acessos apresentaram massa inferior a este valor.

Quanto ao rendimento industrial (Figura 1), observou-se que 27 acessos foram classificados como acessos de alto rendimento (superior a 23%), 16 acessos como de médio rendimento (entre 20% e 23%) e apenas 9 acessos se posicionaram na faixa de baixo rendimento industrial (inferior a 20%). Levando em consideração que as cascas representam aproximadamente 75% do peso total das castanhas, o rendimento também pode ser influenciado por diversos fatores, como o estado fitossanitário das castanhas, o nível de umidade e, sobretudo, o tamanho das castanhas (Lima, 2023).

Em relação a resultados da caracterização química da amêndoa da castanha de caju, com exceção da variável 'lipídios', as demais variáveis não exibiram distribuição normal, sendo necessária a transformação logarítmica dos dados. A variável umidade, mesmo após a transformação, não exibiu distribuição normal. As variáveis analisadas apresentaram diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 3).

Tabela 3 - Resumo da ANOVA dos parâmetros físicos da amêndoa da castanha de caju de 50 genótipos da Embrapa Agroindústria Tropical, (Pacajus-CE)

FV	GL	QM		
		Cinzas	Proteínas brutas	Lipídios
Tratamentos (T)	49	0,028**	0,009**	47,738**
Resíduo	150	0,0007	0,0001	2,274
CV (%)		4,022	0,930	3,777

Fonte: Elaborada pela Autora

^{ns} não significativo; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

As amêndoas apresentaram umidades variando de 2,60% (BGC 620) a 3,9% (BGC 433) e, de acordo a legislação brasileira, o percentual máximo de umidade tecnicamente

recomendado para a amêndoa da castanha de caju é de 5% (Brasil, 2009). A vida útil de nozes e sementes oleaginosas está diretamente ligada aos seus níveis de umidade e atividade de água, uma vez que um nível baixo de umidade contribui para a prevenção do crescimento microbiano e alterações bioquímicas indesejáveis (Oro, 2007). Neste contexto, as amostras de diferentes acessos estavam com índices baixos de umidade, que favorecem a conservação da qualidade do produto pela não proliferação de microrganismos (Moreira *et al.*, 2021).

O teor de cinzas nas amêndoas (Figura 5), entre os acessos, variou de 2,6% (BGC 600) a 8,1% (BGC 428). Um teor mais elevado de cinzas em um produto indica a presença de minerais inorgânicos remanescentes após a remoção da matéria orgânica, e frequentemente está associado ao seu valor nutricional (Moreira *et al.*, 2021).

Semporé *et al.* (2021) e Padhi e Dash (2022) encontraram teores de cinzas em amêndoas de caju em torno de 2,9 %. Já Melo *et al.* (1998) e Soares *et al.* (2015) encontraram um teor médio de 2,4 %, percentuais baixos em relação à maior parte dos acessos avaliados. Entretanto, as amêndoas desses trabalhos eram mistura de diferentes genótipos e esses teores podem variar bastante se compararmos diferentes genótipos.

O teor de lipídios (Figura 6) observado entre os acessos variou de 30,6% (BGC 592) a 46,2% (BGC 051). A amêndoa da castanha de caju é um produto de grande valor nutricional, com destaque para a sua fração lipídica, que representa entre 41 a 45% do total, seguida pelos carboidratos, e proteínas (Gadani *et al.*, 2017; Chen *et al.*, 2023).

Entre as amêndoas dos acessos avaliados, os teores de proteína variaram de 13,7% (BGC 429) a 22,1% (BGC 051) tendo uma média que ficou de os 17,5%, que é um valor próximo aos encontrados por Gadani *et al.* (2017) que observaram um valor de 16,5% ao determinar o teor de proteína (Figura 7). Esses valores podem variar bastante dependendo da região de cultivo, da sazonalidade e do método de processamento das amêndoas.

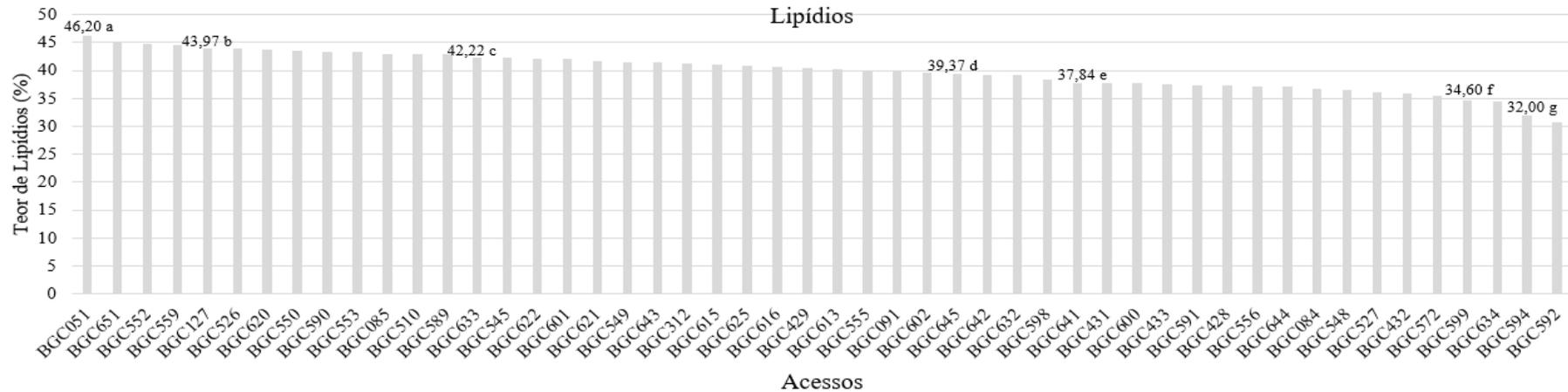
Figura 5 - Teores de Cinzas (%) das amêndoas da castanha de caju de 50 acessos de cajueiros do Banco Ativo de Germoplasma de Caju (BAG Caju), localizado no campo experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, no Município de Pacajus, CE.



Fonte: Elaborada pela Autora

*Valores agrupados por letras maiúsculas distintas que representam o teste de Skott Knott a 5% de probabilidade

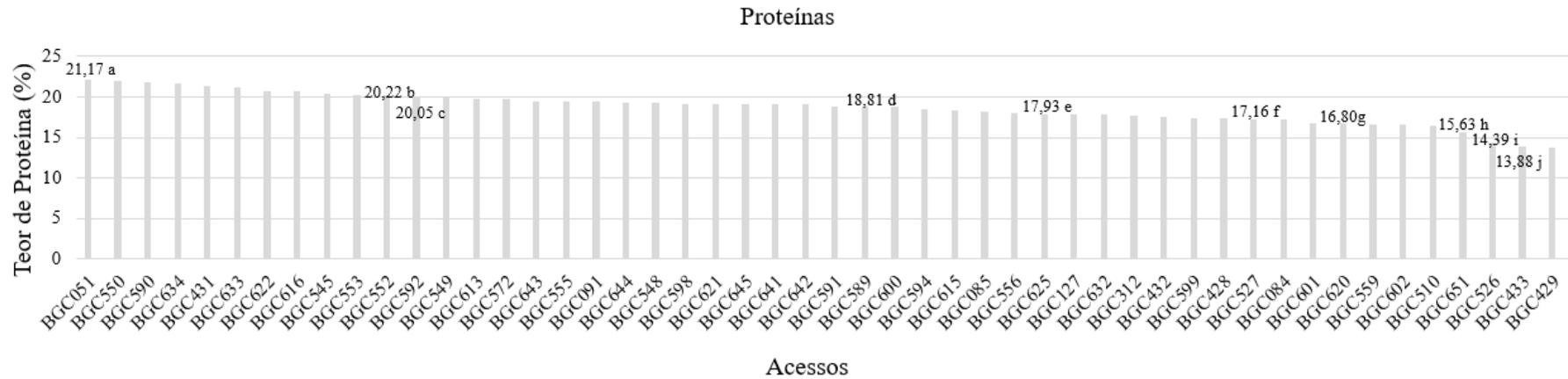
Figura 6 - Teores de Lipídios (%) das amêndoas da castanha de caju de 50 acessos de cajueiros do Banco Ativo de Germoplasma de Caju (BAG Caju), localizado no campo experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, no Município de Pacajus, CE.



Fonte: Elaborada pela Autora

*Valores agrupados por letras maiúsculas distintas que representam o teste de Skott Knott a 5% de probabilidade

Figura 7 - Teores de Proteína Bruta (%) das amêndoas da castanha de caju de 50 acessos de cajueiros do Banco Ativo de Germoplasma de Caju (BAG Caju), localizado no campo experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, no Município de Pacajus, CE.

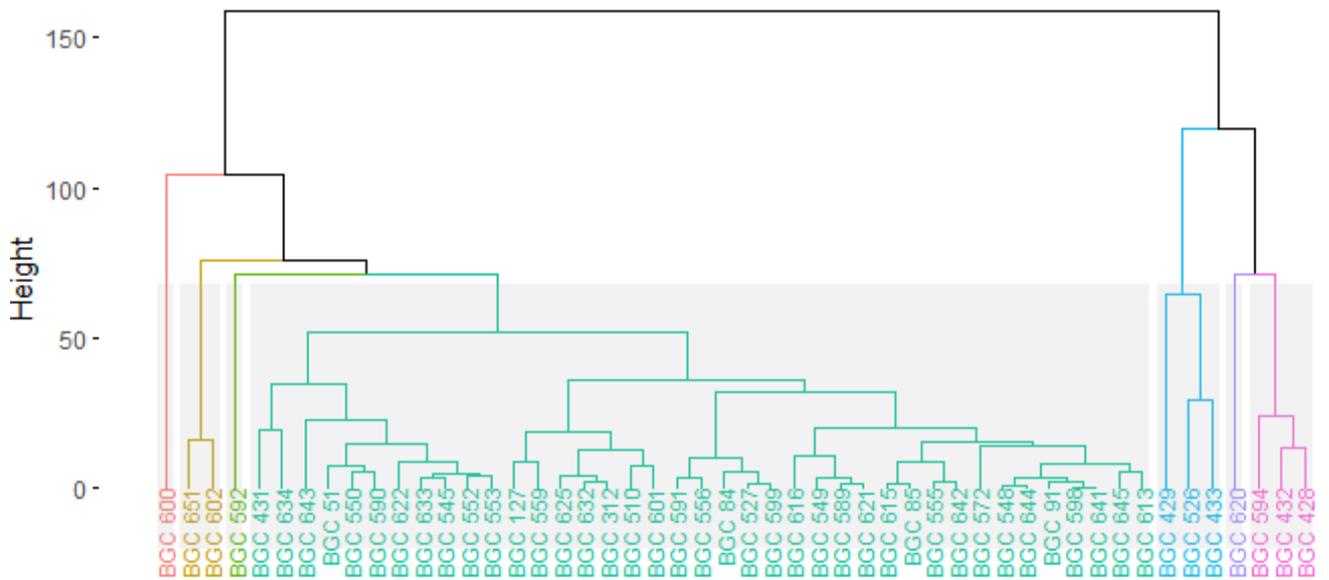


Fonte: Elaborada pela Autora

*Valores agrupados por letras maiúsculas distintas que representam o teste de Skott Knott a 5% de probabilidade

Foi considerada a dissimilaridade de 65,87% como critério de delimitação dos grupos. O coeficiente de correlação cofenética (CCC), aplicado ao métodos pelo teste t apresentou valores significativos para o agrupamento, com $r=0,74$ ($p \leq 0,01$), logo existe confiabilidade entre a matriz de dissimilaridade e o dendrograma. Neste estudo, pelo método UPGMA, os acessos foram arranjados em 7 grupos distintos (Figura 8).

Figura 8 - Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre 50 acessos de cajueiro, Fortaleza – CE, 2024



Fonte: Elaborada pela Autora

*Acessos agrupados utilizando a matriz de dissimilaridade de Mahalanobis

O Grupo 1, constituído exclusivamente pelo acesso BGC 600, é identificado por amêndoas que demonstram um baixo teor de lipídios (37,6%), uma média de proteína (18,7%) e um nível moderado de umidade (3,2%), além de um valor reduzido de cinzas (2,5%).

O Grupo 2, representado pelos acessos BGC 651 e BGC 602 (4% do total de acessos), caracteriza-se por amêndoas de caju com alto teor de gordura (41,6%), baixo teor de proteína (15,5%), teor moderado de umidade (3,49%), e baixos valores de cinzas (3,87%).

O Grupo 3, composto apenas pelo acesso BGC 592 é definido por amêndoas com baixo teor de lipídios (30,6%), comparado ao Grupo 1. Apresenta alto teor de proteína (20%) e teor moderado de umidade (3,8%), ligeiramente maior que o do Grupo 1, e valor médio de cinzas (4,1%).

O Grupo 4 foi o maior grupo formado, com 39 acessos (representando cerca de 78% do total de acessos). Este grupo é representado por amêndoas com alto teor de lipídios (40,4%),

alto teor de proteína (19,3%), teor moderado de umidade (3,2%), e valor médio de cinzas (4,6%). Nutricionalmente rico em lipídios e proteínas, este grupo apresenta acessos promissores que podem ser explorados em programas de melhoramento genético visando desenvolver cultivares para a indústria agroalimentar, especialmente na formulação de alimentos saudáveis.

O Grupo 5, formado pelos acessos BGC 429, BGC 526, BGC 433, é caracterizado por amêndoas com alto teor de lipídios (40,62%), semelhante ao do Grupo 3. Possui baixo teor de proteína (13,93%), o menor valor entre os grupos formados, teor moderado de umidade (3,49%), e alto valor de cinzas (5,81%).

O Grupo 6, composto apenas pelo acesso BGC 620, representa as amêndoas com alto teor de lipídios (43,6%), baixo teor de proteínas (16,7%), baixa umidade (2,57%) e alto teor de cinzas (6,49%). O Grupos 6, assim como o grupo 2 reúnem acessos com altos valores de lipídios, o que pode ser uma característica favorável uma vez que as amêndoas da castanha de caju são fontes de óleos comestíveis.

O Grupo 7, formado pelos acessos BGC 594, BGC 428, BGC 432, é caracterizado por amêndoas com baixo teor de lipídios (35,1%), baixo teor de proteína (17,79%), teor moderado de umidade (3,41%) e alto valor de cinzas (7,47%), possuindo o maior valor de cinzas entre os 7 Grupos. Esse grupo, assim como o grupo 3 apresentam os menores teores lipídicos e de proteínas, mas ainda assim poderiam ter uso para o desenvolvimento de alimentos dietéticos.

Os acessos para análise de perfil de aminoácidos foram selecionados por meio da soma de postos pelo índice de Mulamba e Mock (1978). A partir do ordenamento dos genótipos e posterior somatório das suas classificações (Tabela 2).

Tabela 4 - Acessos selecionados para a análise de perfil de aminoácidos

Critérios	Acessos selecionados
Maiores teores de proteínas e lipídios	BGC 051; BGC 550; BGC 590; BGC 552; BGC 553
Maiores teores de proteínas e menores teores de lipídios	BGC 634; BGC 592; BGC 572; BGC 431; BGC 548
Menores teores de proteínas e lipídios	BGC 433; BGC 527; BGC 599; BGC 084; BGC 432
Menores teores de proteínas e maiores valores de lipídios	BGC 651; BGC526; BGC 559; BGC 620; BGC 610
Maiores teores de lipídios	BGC 051; BGC 550; BGC 590; BGC 634; BGC 431
Maiores teores de proteínas	BGC 051; BGC 651; BGC 552; BGC 559; BGC 127

Fonte: Elaborada pela Autora

Os acessos foram analisados individualmente quanto ao teor de proteína, uma vez que se pretendia avaliar a qualidade da proteína das amêndoas. Para este estudo a seleção foi feita a partir do ordenamento de genótipos, descartou-se os acessos com menor teor de proteína, e foram selecionados dois acessos com maiores teores de proteína e médio teor de lipídios (BGC 552 e BGC 590), um acesso com maior teor de proteínas e menor teor de lipídios (BGC 592) e um acesso de alto rendimento industrial (BGC 545), além de um controle representado pela cultivar CCP 76.

Os aminoácidos da amêndoa da castanha de caju neste estudo apresentaram elevada concentração de aminoácidos não essenciais, dentre eles o ácido glutâmico ($\pm 205,0$ mg/g), a arginina ($\pm 103,1$ mg/g) e o ácido aspártico ($\pm 86,8$ mg/g).

Os aminoácidos não essenciais podem ser produzidos pelo corpo humano, estes aminoácidos ajudam no crescimento e reparo de tecidos, função imunológica, produção de hormônios e formação de células vermelhas do sangue no corpo humano (Antora *et al.*, 2022). Com relação aos aminoácidos não essenciais, os resultados corroboram aos descritos por Bisinotto *et al.* (2020), que encontrou valores semelhantes aos deste estudo, com o ácido glutâmico como o aminoácido não essencial que apareceu em maiores quantidades nas amostras.

A leucina foi o aminoácido essencial encontrado em maiores quantidades em todas as amostras analisadas, 67,5 mg/g (BGC 552) a 69,8 mg/g (BGC 592). Em contrapartida, o aminoácido essencial menos presente foi a metionina, que apresentou valores em torno de 13,2 mg/g (CCP 76, controle) a 15,3 mg/g (BGC 592).

Os aminoácidos histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina são fundamentais para a saúde humana, são aminoácidos essenciais que o corpo humano não produz. Uma vez que os humanos não sintetizam aminoácidos essenciais, eles desempenham uma função crítica no desenvolvimento do corpo (Antora *et al.*, 2022).

Dentre os aminoácidos essenciais, o grupo de aminoácidos de cadeia ramificada (valina, isoleucina, leucina) desempenha funções importantes no crescimento e em certas reações bioquímicas (Ahmed; Khan, 2006). A leucina, geralmente, é o aminoácido essencial mais abundante em alimentos ricos em proteínas de boa qualidade (Ahmed; Khan, 2006). Com uma média de 69,8 mg/g, a leucina foi o aminoácido essencial encontrado em maiores quantidades em todas as amostras.

Os valores de valina variam entre 52,6 mg/g (BGC 552) a 57,9 mg/g (BGC 545), com uma média em torno de 53,9, valor similar ao encontrado por Bisinotto *et al.* (2020) que

observou um valor de 53,95 mg/g. Já Freitas *et al.* (2012) encontraram um valor inferior, em torno de 40,2 mg/g. De acordo com Ahmed e Khan (2006) os aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA) promovem o metabolismo energético para fornecer energia para a síntese de proteínas. Devido ao seu papel importante e o fato de ser um aminoácido essencial, a inclusão de uma quantidade ótima de valina é essencial para se formular uma dieta equilibrada.

Os valores de isoleucina estavam entre 39,2 - 40 mg/g, com média em torno de 39,5 mg/g, sendo que a quantidade foi maior do que a encontrada por Freitas *et al.* (2012), que foi 31,2 mg/g. A isoleucina, junto com os outros aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA) tem sido utilizada como suplemento para o crescimento corporal e também foi utilizada na produção de compostos bioquímicos que ajudam na produção de energia e reduzem os espasmos corporais (Ahmed; Khan, 2006).

O triptofano foi encontrado em quantidades que variaram em torno de 16,6 mg/g (BGC 592) a 19,8 mg/g (BGC 590), com uma média em torno de 18,1 mg/g, valor superior ao encontrado por Freitas *et al.* (2012), que verificaram o valor de 16,9 mg/g. O triptofano é um aminoácido essencial para a síntese proteica e é um precursor biossintético de vários compostos neurologicamente ativos, como a serotonina, assim, a falta de triptofano pode estar associada a quadros de depressão ou ansiedade nos indivíduos (Júnior *et al.*, 2021). O triptofano possui ainda um papel fundamental no desenvolvimento e maturação do sistema nervoso central em crianças (Pathak *et al.*, 2024).

A histidina é importante para a síntese de glóbulos vermelhos e brancos e é um precursor da histamina, que melhora o fluxo sanguíneo (Bisinotto *et al.*, 2020). Estudos anteriores confirmaram a eficácia da histidina como componente de soluções usadas para preservação de órgãos para transplante e proteção do miocárdio em cirurgias cardíacas (Holeček, 2020). Os valores de histidina variaram entre 20,2 mg/g (BGC 590) a 21,7 mg/g (BGC 552), com uma média em torno de 21 mg/g, valor inferior do que o encontrado por Bisinotto *et al.* (2020) e Freitas *et al.* (2012), que observaram valores de 22,32 e 28,4 mg/g respectivamente. No entanto, este valor ainda atende às exigências estabelecidas pela FAO.

A treonina desempenha um papel fundamental na modulação do metabolismo nutricional, biossíntese macromolecular e homeostase intestinal (Tang *et al.*, 2021). O conteúdo de treonina das amostras está entre 33 mg/g (BGC 590) a 36,2 mg/g (BGC 592), com uma média em torno de 34,3 mg/g, inferior à encontrada por Freitas *et al.* (2012) que foi 37,1 mg/g.

A fenilalanina é um aminoácido essencial que não pode ser sintetizado por humanos, e a tirosina é um aminoácido não essencial que só pode ser sintetizado pela hidroxilação da

fenilalanina. Comumente associados, estes aminoácidos, são fundamentais para o funcionamento normal do sistema nervoso central, especialmente em relação a problemas relacionados à depressão. Estão envolvidos também na na formação de neurotransmissores como a norepinefrina, epinefrina e dopamina (Akram *et al.*, 2020). Em nosso estudo, a composição de fenilalanina + tirosina apresentou valores que variou de 74,2 mg/g (BGC 590) a 75,8 mg/g (BGC 592), valores esses que atendem os requisitos nutricionais exigidos pela FAO, que é de, no mínimo, 38 mg/g para esses aminoácidos.

Estudos anteriores mostraram que o consumo inadequado de lisina leva a indicações não específicas de deficiência proteica, como baixa resistência a doenças e estresse (Vuvor *et al.*, 2017). O valor da lisina estava entre 48,2 mg/g - 53,6 mg/g, com BGC 590 tendo o menor valor e BGC 592 o mais alto, tendo uma média que ficou entre os 51,1 mg/g, que é um valor superior ao encontrado por Bisinotto *et al.* (2020) que observaram um valor de 41,85 mg/g em suas amostras.

A metionina é um aminoácido essencial, sendo o único que possui um átomo de enxofre, estando envolvido na síntese de cisteína pela via de transulfuração, sendo muitas vezes associados (Elango, 2020). Em nosso estudo, a composição de metionina + cisteína apresentou um valor que variou de 28,4 mg/g (CCP 76) a 31,5 mg/g (BGC 592), com uma média em torno de 30,28 mg/g, valor similar ao encontrado por Freitas *et al.* (2012) que observou o valor de 30 mg/g e superior ao encontrado por Bisinotto *et al.* (2020), que observaram um valor de 21,11 mg/g.

Quanto à qualidade protéica e à biodisponibilidade de seus aminoácidos essenciais, verificou-se que todos os acessos, incluindo o controle (CCP 76), atendem ao requisito para alegação nutricional estabelecidas na Instrução Normativa - IN N° 75, de 8 de outubro de 2020, e conforme recomendado pela FAO. A Tabela 3 apresenta a composição detalhada de aminoácidos essenciais encontrados nas amostras de amêndoa da castanha de caju.

Tabela 5 - Tabela 3. Composição de aminoácidos essenciais amêndoas da castanha de caju de 5 acessos de cajueiros do Banco Ativo de Germoplasma de Caju (BAG Caju), localizado no campo experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, no Município de Pacajus, CE.

Aminoácidos essenciais	Aminoácido essencial (mg)/ Proteína(g)					Requisito para alegação nutricional *
	CCP76	BGC 545	BGC 552	BGC 590	BGC 592	
Histidina	21,0	20,8	21,7	20,2	21,3	15
Isoleucina	40,0	39,2	39,0	39,2	40,0	30
Leucina	68,0	68,1	67,5	68,0	69,8	59
Lisina	51,7	50,9	51,2	48,2	53,7	45
Metionina e cisteína	28,4	30,9	31,3	29,3	31,5	22
Fenilalanina e tirosina	74,6	75,6	74,8	74,2	75,8	38
Treonina	33,8	34,1	34,4	33,0	36,2	23
Triptofano	19,0	18,0	17,2	19,8	16,6	6
Valina	53,2	52,9	52,6	52,8	53,2	39

*Requisito para alegação nutricional de acordo com a INSTRUÇÃO NORMATIVA-IN Nº 75, DE 8 DE OUTUBRO DE 2020 e de acordo com o requerido pela FAO.

Fonte: Elaborada pela Autora

Os resultados sugerem que a amêndoa da castanha de caju pode fornecer uma quantidade apreciável de aminoácidos essenciais necessários para o desenvolvimento do corpo.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho revelaram uma ampla variação nas características físicas e físico-químicas das amêndoas de castanha de caju entre os acessos avaliados, evidenciando a diversidade genética presente na coleção do Banco de Germoplasma de Cajueiro. Em parte dos acessos, alguns genótipos apresentaram alto rendimento existindo a predominância de castanhas de tamanho médio, com potencial comercial. A análise físico-química revelou teores adequados de lipídios e proteínas em níveis que atendem às recomendações nutricionais.

Os diferentes grupos formados na análise de diversidade genética oferecem oportunidades para seleção de variedades com características específicas para diferentes aplicações industriais e programas de melhoramento genético.

A análise do perfil de aminoácidos das amêndoas revelou a presença de aminoácidos essenciais em quantidades adequadas, reforçando o potencial nutricional da castanha de caju como uma fonte de proteínas de alta qualidade. Além disso, destaca-se a importância desses produtos para o mercado plant-based, onde a castanha de caju desempenha um papel relevante como alternativa sustentável e nutritiva para substituir produtos de origem animal.

Em suma, os resultados expostos neste trabalho contribuem para o conhecimento da castanha de caju, fornecendo subsídios para o desenvolvimento de estratégias de conservação,

utilização sustentável e melhoramento genético dessa importante cultura agrícola, especialmente no contexto do mercado plant-based em ascensão.

REFERÊNCIAS

AHMED, I.; KHAN, M. A. Dietary branched-chain amino acid valine, isoleucine and leucine requirements of fingerling Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). **British Journal of Nutrition**, v. 96, n. 3, p. 450-460, 2006. Doi: 10.1079/BJN20061845

ANTORA, S. A.; HO, K. V.; LIN, C. H.; THOMAS, A. L.; LOVELL, S. T.; KRISHNASWAMY, K. Quantification of Vitamins, Minerals, and Amino Acids in Black Walnut (*Juglans nigra*). **Frontiers in Nutrition**, v. 9. 2022. Doi: <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.936189>

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis off AOAC International**, 20 ed. Editor: Dr Gandorge W. Latimer, Jr. Rockville, MD, USA, 2016.

AOCS. American Oil Chemists' Society. **Official Method Am 5-04, Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction**. Urbana: Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 2005.

BISINOTTO, M. S.; da SILVA, D. C.; de CARVALHO F. L.; SIMABUCO, F. M.; BEZERRA, R. M. N.; ANTUNES, A. E. C.; PACHECO, M. T. B. Bioaccessibility of cashew nut kernel flour compounds released after simulated in vitro human gastrointestinal digestion. **Food Research International**, v. 139, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109906>

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instrução Normativa nº62, de 15 de dezembro de 2009. Regulamento Técnico da Amêndoa da Castanha de Caju. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 dez. 2009. Disponível em: Sistema Integrado de Legislação (agricultura.gov.br) Acesso: 15/10/2023.

CASTRO, A. C. R.; BARBOSA, E. R.; CRUZ, A. C. A.; SEGUNDO, V. C. V.; PEREIRA, M. A.; LIMA, A. C.; TORRES, C. R. B.; ARAGÃO, F. A. S. Characterization of Cashew Nut (*Anacardium occidentale* L.) Germplasm for Kernel Quality Attributes. **International Journal of Plant Biology**, v. 14, p. 1092–1099, 2023. <https://doi.org/10.3390/ijpb14040079>

CHEN, Y. Y.; LI, N. Y.; GUO, X.; HUANG, H. J.; GARCIA-OLIVEIRA, P.; SUN, J. Y.; LIU, C. The nutritional and bioactive constituents, functional activities, and industrial applications of cashew (*Anacardium occidentale*): a review. **Food Frontiers**. v. 4, p. 1606-1621, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1002/fft2.250>

Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal, 2017. **Proteína Bruta - Método Kjeldahl. Guia de Métodos Analíticos**. Método n. 45., 2017

DAKUYO, R.; KONATE, K.; BAZIE´ D.; SANOU, A.; KABORE, K.; SAMA, H.; SANTARA, B.; KONKOBO, F. A.; DICKO M. H. Correlating the morphology of *Anacardium occidentale* L. fruits from 30 orchards with their physicochemical and nutritional properties. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 1033577, 2022. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1033577>

ELANGO, R. Methionine nutrition and metabolism: insights from animal studies to inform human nutrition. **The Journal of Nutrition**, v. 150, n. Supplement_1, p. 2518S-2523S, 2020. Doi: [10.1093/jn/nxaa155](https://doi.org/10.1093/jn/nxaa155)

FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Revista de Nutrição**, v. 23, p. 269-279, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732010000200010>

FREITAS, J. B.; FERNANDES, D. C.; CZEDER, L. P.; LIMA, J. C. R.; SOUSA, A. G.; & NAVES, M. M. V. Edible seeds and nuts grown in Brazil as sources of protein for human nutrition. **Food & Nutrition Sciences**, v. 3, n. 6, p. 857-862, 2012. Doi: [10.4236/fns.2012.36114](https://doi.org/10.4236/fns.2012.36114)

GADANI, B. C.; MILÉSKI, K. M. L.; PEIXOTO, L. S.; AGOSTINI, J. D. S. Physical and chemical characteristics of cashew nut flour stored and packaged with different packages. **Food Science and Technology**, v. 37, n. 4, p. 657-662, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1590/1678-457X.27516>

HERKENHOFF, M. E.; MEDEIROS, I. U. D.; GARUTTI, L. H. G.; SALGAÇO, M. K.; SIVIERI, K.; SAAD, S. M. I. Cashew By-Product as a Functional Substrate for the Development of Probiotic Fermented Milk. **Foods**, v. 12, n. 3383, p. 1-16, 2023. Doi: <https://doi.org/10.3390/foods12183383>

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. V.1: Métodos químicos e físicos para a análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Disponível em: Normas ADOLFOLUTZ.pdf (ufpel.edu.br)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola, 2020. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.

IBGE. Estimativa de novembro de 2023 é de safra de 316,3 milhões de toneladas. CASTANHA-DE-CAJU (amêndoa). IBGE - Estatísticas Econômicas, 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/38568-ibge-preve-safra-de-306-2-milhoes-de-toneladas-para-2024-com-queda-de-3-2-frente-a-2023> Acesso em: 11/01/2024

INC - International Nut & Dried Council. INC NUTS & DRIED FRUITS STATISTICAL YEARBOOK 2022/23, 2023. p. 22-25. Disponível em: inc.nutfruit.org

JÚNIOR, D. T. S.; VERDE, T. F. C. L.; LANDIM, L. A. S. R. Alimentos ricos em triptofano e seu efeito na liberação da serotonina e possíveis benefícios no transtorno de ansiedade. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, 2021. Doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.22190>

LIMA, A. C.; MESQUITA, A. L. M.; SOUZA, A. C. R.; MAIA, C. W. C. P.; PAULA PESSOA, P. F. A.; PAIVA, F. F. A. Qualidade industrial e estimativa de receita de castanhas de cajueiro submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita. IN: Erade, J. K. B. (Ed.) **Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias**. Editora Licuri, p. 60-72, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106514>

LIU, Y.; LI, L.; XIA, Q.; LIN, L. Analysis of physicochemical properties, lipid composition, and oxidative stability of cashew nut kernel oil. **Foods**, v. 12, n. 4, p. 693, 2023. Doi: <https://doi.org/10.3390/foods12040693>

LUCAS, B.; SOTELO, A. Effect of different alkalies, temperature, and hydrolysis times on tryptophan determination of pure proteins e of foods. **Analytical biochemistry**, v. 109, n. 1, p. 192-197, 1980. Doi: [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(80\)90028-7](https://doi.org/10.1016/0003-2697(80)90028-7)

MOREIRA, D. B.; DIAS, T. J.; ROCHA, V. C.; CHAVES, A. C. T. A. Determinação do teor de cinzas em alimentos e sua relação com a saúde. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 10, p. 3041- 3053, 2021. Doi: <https://doi.org/10.51891/rease.v7i10.3011>

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egypt Journal of Genetic and Cytology*, v. 7, p. 40-51, 1978.

OLUBODE, O. O.; JOSEPH-ADEKUNLE, T. T.; HAMMED, L. A.; OLAIYA, A. O. Evaluation of production practices and yield enhancing techniques on productivity of cashew (*Anacardium occidentale* L.) **Fruits**, v. 73, p. 75–100, 2018. Doi: <https://doi.org/10.17660/th2018/73.2.1>

PADHI, P. P.; DASH, S. Determination of proximal attributes and physico-chemical properties of cashew nut (*Anacardium occidentale* L.) oil and cashew nut shell liquid. **International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology**. v. 9, n. 5, p. 209-214, 2022. Doi: [10.17148/IARJSET.2022.9535](https://doi.org/10.17148/IARJSET.2022.9535)

PATHAK, S.; NADAR, R.; KIM, S.; GOVINDARAJULU, M.; COOK, P.; WATTS ALEXEER, C. S.; DHANASEKARAN, M.; MOORE, T. The Influence of Kynurenine Metabolites on Neurodegenerative Pathologies. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 25, n. 2, p. 853, 2024 Doi: [10.3390/ijms25020853](https://doi.org/10.3390/ijms25020853)

ROSSETTI, A. G.; VIDAL, N. F. C.; BARROS, L. M. Sampling of cashew nuts as an aid to research for the genetic improvement of cashew tree. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, e. 00962, 2019. Doi: [10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00856](https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00856)

SEMPORÉ, J. N.; SONGRÉ-OUATTARA, L. T.; TARPAGA, W. V.; BATIONO, F.; DICKO, M. H. Comparison of proximate composition and nutritional qualities of fifty-three cashew accessions from Burkina Faso. **Food e Nutrition Sciences**, v. 12, n. 12, p. 1191-1203, 2021 Doi: <https://doi.org/10.4236/fns.2021.1212087>

SILVA, Anderson Rodrigo da. Clustering methods: evaluation and application for study of genetic divergence in garlic accessions. 2012. 83 f. Dissertação (Mestrado em Estatística Aplicada e Biometria) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012. Disponível em: <http://locus.ufv.br/handle/123456789/4045>

SOARES, C. M.; MARTINS, G.; ALVES, D. G.; CONTE, C.; ADORNO, W. T.; SOUSA, J. P. Otimização do processamento da amêndoa da castanha de caju torrada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v. 17, p. 65-74, 2015.

WHITE, J. A.; HART, R. J.; FRY, J. C. An evaluation of the Waters PICO-TAG system for the amino acid analysis of food materials. **Journal of Automatic Chemistry**, v. 8, n. 4, p. 170-177, 1986. Doi: <https://doi.org/10.1155/S1463924686000330>

APÊNDICES

APÊNDICE A – TABELA COM OS RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

Acessos	Peso Amêndoa (g)	Peso Castanha (g)	Rendimento Industrial (%)
BGC 051	74,92	331,86	22,58
BGC 084	117,75	474,38	24,82
BGC 085	68,85	279,15	24,66
BGC 091	90,08	363,4	24,79
BGC 127	186,68	793,63	23,52
BGC 312	130,37	530	24,60
BGC 428	99,14	426,77	23,23
BGC 429	98,71	396,87	24,87
BGC 431	122,75	607,4	20,21
BGC 432	124,97	553,24	22,59
BGC 433	115,52	536,09	21,55
BGC 510	100,55	377,52	26,63
BGC 526	69,33	221,07	31,36
BGC 527	87,64	336,3	26,06
BGC 545	126,91	471,36	26,92
BGC 548	98,1	374,99	26,16
BGC 549	81,9	333,37	24,57
BGC 550	89,48	376,32	23,78
BGC 552	120,61	456,01	26,45
BGC 553	108,46	483,04	22,45
BGC 555	108,46	483,04	22,45
BGC 556	93,06	368,73	25,24
BGC 559	71,94	285,87	25,17
BGC 572	91,43	511,91	17,86
BGC 589	131,95	526,1	25,08
BGC 590	144,29	590,96	24,42

BGC 591	100,03	583,88	17,13
BGC 592	149,61	668,98	22,36
BGC 594	87,72	645,04	13,60
BGC 598	118,4	518,09	22,85
BGC 599	133,9	599,58	22,33
BGC 600	124,51	488,91	25,47
BGC 601	139,73	571,18	24,46
BGC 602	108,06	396,88	27,23
BGC 613	81,02	316,22	25,62
BGC 615	97,26	453,89	21,43
BGC 616	96,33	455,03	21,17
BGC 620	111,17	416,57	26,69
BGC 621	129,98	587,57	22,12
BGC 622	83,85	524,9	15,97
BGC 625	68,69	243,03	28,26
BGC 632	185,29	731,97	25,31
BGC 633	132,16	747,2	17,69
BGC 634	63,02	738,22	8,54
BGC 641	123,84	521,62	23,74
BGC 642	150,11	688,59	21,80
BGC 643	128,09	626,36	20,45
BGC 644	133,85	729,22	18,36
BGC 645	143,05	582,46	24,56
BGC 651	75,04	312,2	24,04

APÊNDICE B – TABELA DOS RESULTADOS OBTIDOS AGRUPADOS PELO TESTE DE SKOTT GRUPADOS A 5% DE PROBABILIDADE

Acessos	Lipídios (%)		Proteínas (%)		Umidade (%)		Cinzas (%)	
BGC 051	46,20	a	22,14	a	2,98	e	4,87	e
BGC 084	36,65	e	17,16	f	3,86	a	5,01	e
BGC 085	42,85	b	18,22	d	3,18	d	4,71	e
BGC 091	39,75	c	19,38	c	3,26	d	4,23	f
BGC 127	43,97	b	17,84	e	2,79	f	4,79	e
BGC 312	41,18	c	17,74	e	3,09	d	4,34	f
BGC 428	37,40	e	17,33	f	3,23	c	8,09	a
BGC 429	40,46	c	13,67	j	3,19	d	7,30	a
BGC 431	37,81	e	21,39	a	3,24	d	4,62	e
BGC 432	35,94	e	17,61	e	3,23	d	6,60	b
BGC 433	37,50	e	13,88	j	3,88	a	4,66	e
BGC 510	42,83	b	16,36	g	3,00	e	4,17	f
BGC 526	43,94	b	14,39	i	3,42	c	5,49	d
BGC 527	36,00	e	17,16	f	3,65	b	4,33	f
BGC 545	42,20	c	20,43	b	3,39	c	5,01	d
BGC 548	36,53	e	19,25	c	3,14	d	4,25	f
BGC 549	41,50	c	19,84	c	3,41	c	4,09	f
BGC 550	43,45	b	21,98	a	2,89	e	5,28	d
BGC 552	44,87	a	20,22	b	3,16	d	5,03	d
BGC 553	43,28	b	20,24	b	3,03	d	4,65	e
BGC 555	40,06	c	19,48	c	3,14	d	5,33	d
BGC 556	37,09	e	17,97	e	3,61	b	4,39	f
BGC 559	44,58	a	16,61	g	2,82	e	5,03	d
BGC 572	35,46	e	19,80	c	3,43	d	4,49	e

BGC 589	42,81	b	18,81	d	3,33	c	4,01	g
BGC 590	43,29	b	21,77	a	2,73	e	4,69	e
BGC 591	37,41	e	18,84	d	3,67	b	4,57	e
BGC 592	30,64	g	20,05	c	3,85	a	4,11	f
BGC 594	32,00	g	18,45	d	3,78	a	7,74	a
BGC 598	38,35	d	19,19	c	3,26	c	4,17	f
BGC 599	34,60	f	17,38	f	3,66	b	4,42	f
BGC 600	37,66	e	18,79	d	3,24	d	2,58	h
BGC 601	42,13	c	16,81	g	3,30	c	4,05	g
BGC 602	39,53	c	16,52	g	3,63	b	3,94	g
BGC 613	40,17	c	19,83	c	3,38	c	4,75	e
BGC 615	41,14	c	18,30	d	3,29	c	4,72	e
BGC 616	40,58	c	20,63	b	3,68	b	4,81	f
BGC 620	43,68	b	16,80	g	2,58	f	6,49	b
BGC 621	41,75	c	19,15	c	3,51	c	4,13	g
BGC 622	42,19	c	20,73	b	2,93	e	5,37	d
BGC 625	40,85	c	17,93	e	2,81	e	4,27	f
BGC 632	39,22	d	17,82	e	3,10	d	4,17	f
BGC 633	42,22	c	21,17	a	3,17	d	5,01	d
BGC 634	34,46	f	21,63	a	3,16	d	5,69	c
BGC 641	37,84	e	19,11	c	3,15	c	4,12	f
BGC 642	39,23	d	19,08	c	3,29	c	5,23	d
BGC 643	41,46	c	19,51	c	2,74	f	4,77	e
BGC 644	37,06	e	19,34	c	3,17	d	4,22	f
BGC 645	39,37	d	19,15	c	3,49	c	4,29	f
BGC 651	44,98	a	15,63	h	3,35	c	3,81	g

APÊNDICE C - PROCEDÊNCIA DOS ACESSOS DO BANCO DE GERMOPLASMA DE CAJUEIRO DA EMBRAPA AGROINDUSTRIA TROPICAL, PACAJUS – CE.

Acessos	Nome Científico	Local de obtenção
BGC 051	<i>A. occidentale</i>	Índia
BGC 084	<i>A. occidentale</i>	Aracati - CE
BGC 085	<i>A. occidentale</i>	Aracati - CE
BGC 091	<i>A. occidentale</i>	Aracati - CE
BGC 127	<i>A. occidentale</i>	Russas - CE
BGC 312	<i>A. occidentale</i>	Chorozinho - CE
BGC 428	<i>A. occidentale</i>	Pacajus - CE
BGC 429	<i>A. occidentale</i>	Pacajus - CE
BGC 431	<i>A. occidentale</i>	Pacajus - CE
BGC 432	<i>A. occidentale</i>	Pacajus - CE
BGC 433	<i>A. occidentale</i>	Pacajus - CE
BGC 510	<i>A. occidentale</i>	Pacajus - CE
BGC 526	<i>A. occidentale</i>	Pacajus - CE
BGC 527	<i>A. occidentale</i>	Pacajus - CE
BGC 545	<i>A. occidentale</i>	Pacajus - CE
BGC 548	<i>A. occidentale</i>	Pacajus - CE
BGC 549	<i>A. occidentale</i>	Pacajus - CE
BGC 550	<i>A. occidentale</i>	Pacajus - CE
BGC 552	<i>A. occidentale</i>	Pio IX - PI
BGC 553	<i>A. occidentale</i>	Canto do Buriti - PI
BGC 555	<i>A. occidentale</i>	Canto do Buriti - PI
BGC 556	<i>A. occidentale</i>	Canto do Buriti - PI
BGC 559	<i>A. occidentale</i>	Pacajus - CE
BGC 572	<i>A. occidentale</i>	Pacajus - CE

BGC 589	<i>A. occidentale</i>	São Raimundo Nonato - PI
BGC 590	<i>A. occidentale</i>	São Raimundo Nonato - PI
BGC 591	<i>A. occidentale</i>	São Raimundo Nonato - PI
BGC 592	<i>A. occidentale</i>	São Raimundo Nonato - PI
BGC 594	<i>A. occidentale</i>	São Raimundo Nonato - PI
BGC 598	<i>A. occidentale</i>	São Raimundo Nonato - PI
BGC 599	<i>A. occidentale</i>	São Raimundo Nonato - PI
BGC 600	<i>A. occidentale</i>	São Raimundo Nonato - PI
BGC 601	<i>A. occidentale</i>	São Raimundo Nonato - PI
BGC 602	<i>A. occidentale</i>	São Raimundo Nonato - PI
BGC 613	<i>A. occidentale</i>	São Raimundo Nonato - PI
BGC 615	<i>A. occidentale</i>	São Raimundo Nonato - PI
BGC 616	<i>A. occidentale</i>	São Raimundo Nonato - PI
BGC 620	<i>A. occidentale</i>	São Raimundo Nonato - PI
BGC 621	<i>A. occidentale</i>	São Raimundo Nonato - PI
BGC 622	<i>A. occidentale</i>	São Raimundo Nonato - PI
BGC 625	<i>A. occidentale</i>	São Raimundo Nonato - PI
BGC 632	<i>A. occidentale</i>	Francisco Santos - PI
BGC 633	<i>A. occidentale</i>	Francisco Santos - PI
BGC 634	<i>A. occidentale</i>	Francisco Santos - PI
BGC 641	<i>A. occidentale</i>	Francisco Santos - PI
BGC 642	<i>A. occidentale</i>	Francisco Santos - PI
BGC 643	<i>A. occidentale</i>	Francisco Santos - PI
BGC 644	<i>A. occidentale</i>	Francisco Santos - PI
BGC 645	<i>A. occidentale</i>	Francisco Santos - PI
BGC 651	<i>A. occidentale</i>	São José do Belmonte - PE

APÊNDICE D - FOTOS DAS CASTANHAS SELECIONADAS PARA A ANÁLISE DO PERFIL DE AMINOÁCIDOS

BGC 545



SAFRA 2021
BGC 545
Embrapa
Agroindústria Tropical

BGC 552



SAFRA 2021
BGC 552
Embrapa
Agroindústria Tropical

BGC 590



SAFRA 2021
BGC 590
Embrapa
Agroindústria Tropical

BGC 592



Abaixo está representada uma foto da castanha de caju do CCP 76

