

**CAROTENOIDES E OUTROS BIOATIVOS EM POLPA DE ABÓBORA CRIOLA
CULTIVADA NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

**CAROTENOIDES Y OTROS BIOACTIVOS EN PULPA DE CALABAZA CRIOLLA
CULTIVADA EN EL ESTADO DE PERNAMBUCO**

**CAROTENOIDS AND OTHER BIOACTIVES IN CRIOLA PUMPKIN PULP
CULTIVATED IN PERNAMBUCO STATE**

Vitória Barbosa da Silva¹; Luana Amanda Mesquita da Silva²; José Carlos de Andrade Alves³; Emmanuela Prado de Paiva Azevedo⁴; Alexandre Guedes Torres⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/IIICIAGRO.0158>

RESUMO

Belém de São Francisco está localizado no Sertão de Pernambuco, sendo uma região expoente na biotecnologia e agricultura de precisão, além de apresentar condições edafoclimáticas adequadas ao cultivo de abóboras. A abóbora é uma das plantas comestíveis mais conhecidas no mundo, composta por vários fitoconstituintes, incluindo polifenóis, flavonóis, vitaminas, minerais e o seu principal componente da matriz, os carotenoides. Os compostos bioativos são importantes para a nutrição humana e estão associados com a inibição do desenvolvimento de inúmeras doenças. As propriedades dos valores medicinais da abóbora foram demonstradas, como antidiabética, antioxidante, anticancerígena, antiinflamatória, hipolipidêmica e hipoglicemiante. Deste modo, o objetivo do trabalho é analisar os teores de compostos bioativos em polpa de abóboras crioulas cultivadas no Estado de Pernambuco. Abóboras das variedades *Cucurbita Maxima* e *Cucurbita Moschata* foram adquiridas através do Instituto Agrônomo de Pernambuco na Estação Experimental no Sertão de Belém de São Francisco-PE, em estádio adequado de maturação, a análise do material envolveu etapas de: higienização, processamento, conservação da polpa com o congelamento em nitrogênio líquido e posteriormente secagem da polpa por liofilização, para obtenção da polpa de abóbora em pó. Esta amostra foi utilizada para andamento das análises espectrofotométricas: polifenólicos totais, flavonoides totais e carotenoides totais. A análise dos resultados da polpa em pó das abóboras estudadas, mostrou que as variedades tiveram diferença significativa quanto aos teores de carotenoides totais e flavonoides totais, todavia, sem divergência significativa com $p < 0,05$ para polifenólicos totais, comprovando que a abóbora, conhecida por seu conteúdo de carotenoides, também é fonte de outros compostos bioativos importantes, como os polifenóis e flavonoides. Portanto, a preservação e valorização do trabalho de guardiões de sementes crioulas, bem como a progressão na manutenção da diversidade das abóboras, é essencial para disseminar boas e baratas fontes de compostos bioativos nesse vegetal, que são importantes para a saúde da população.

Palavras-Chave: Abóbora, Compostos bioativos, Liofilização, Diversidade.

RESUMEN

¹ Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFRPE, nutri.vickbarbosa@gmail.com

² Graduanda em Gastronomia, UFRPE, luanaamanda1415@gmail.com

³ Química Industrial, UFRPE, josecarlos.alves@ufrpe.br

⁴ Docente do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, UFRPE, emmanuela.paiva@ufrpe.br

⁵ Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, (IQ/UFRJ), torres@iq.ufrj.br

Belém de São Francisco está situada en el Sertão de Pernambuco, siendo una región exponente en biotecnología y agricultura de precisión, además de presentar condiciones edafoclimáticas adecuadas para el cultivo de calabazas. A calabaza é uma das plantas comestíveis mais conhecidas do mundo, composta de vários fitoconstituintes, incluindo polifenoles, flavonóis, vitaminas, minerais e o seu principal componente matricial, os carotenóides. Los compuestos bioactivos son importantes para la nutrición humana y están asociados a la inhibición del desarrollo de numerosas enfermedades. As propriedades medicinais da calabaza têm sido demonstradas, como antidiabéticas, antioxidantes, anticancerígenas, antiinflamatórias, hipolipidémicas e hipoglicémicas. Así, el objetivo de este trabajo es analizar el contenido de compuestos bioactivos en la pulpa de calabazas criollas cultivadas en el Estado de Pernambuco. Calabazas de las variedades Cucurbita Maxima y Cucurbita Moschata fueron adquiridas a través del Instituto Agronómico de Pernambuco en la Estación Experimental en el Sertão de Belém de São Francisco-PE, en una etapa adecuada de maduración, el análisis del material involucró pasos de: higienización, procesamiento, conservación de la pulpa con congelación en nitrógeno líquido y posterior secado de la pulpa por liofilización, para obtener el polvo de pulpa de calabaza. Esta muestra se utilizó para los análisis espectrofotométricos: polifenoles totales, flavonoides totales y carotenoides totales. El análisis de los resultados de la pulpa en polvo de las calabazas estudiadas mostró que las variedades presentaban una diferencia significativa en cuanto a los contenidos de carotenoides totales y flavonoides totales, sin embargo, sin divergencia significativa con $p < 0,05$ para los polifenoles totales, demostrando que la calabaza, conocida por su contenido en carotenoides, es también fuente de otros compuestos bioactivos importantes, como polifenoles y flavonoides. Por lo tanto, la preservación y valorización del trabajo de los semilleros criollos, así como el progreso en el mantenimiento de la diversidad de la calabaza, son esenciales para difundir fuentes buenas y baratas de compuestos bioactivos de esta hortaliza, importantes para la salud de la población.

Palabras Clave: Calabaza, Compuestos bioactivos, Liofilización, Diversidad.

ABSTRACT

Belém de São Francisco is located in the Sertão de Pernambuco, being an exponent region in biotechnology and precision agriculture, besides presenting edaphoclimatic conditions suitable for the cultivation of pumpkins. Pumpkin is one of the best known edible plants in the world, composed of several phytoconstituents, including polyphenols, flavonoids, vitamins, minerals and its main matrix component, carotenoids. Bioactive compounds are important for human nutrition and are associated with inhibiting the development of numerous diseases. The properties of pumpkin medicinal values have been demonstrated, such as antidiabetic, antioxidant, anticancer, anti-inflammatory, hypolipidemic and hypoglycemic. Thus, the objective of this work is to analyze the content of bioactive compounds in the pulp of Creole pumpkins grown in the State of Pernambuco. Pumpkins of the varieties Cucurbita Maxima and Cucurbita Moschata were acquired through the Agronomic Institute of Pernambuco at the Experimental Station in the Sertão de Belém de São Francisco-PE, in an adequate stage of maturation, the analysis of the material involved steps of: hygienization, processing, conservation of the pulp with freezing in liquid nitrogen and later drying of the pulp by freeze-drying, to obtain the pumpkin pulp powder. This sample was used for the spectrophotometric analysis: total polyphenolics, total flavonoids and total carotenoids. The analysis of the results of the powdered pulp of the pumpkins studied showed that the varieties had a significant difference regarding the contents of total carotenoids and total flavonoids, however, without significant divergence with $p < 0.05$ for total polyphenolics, proving that the pumpkin, known for its carotenoid content, is also a source of other important bioactive compounds, such as polyphenols and flavonoids. Therefore, the preservation and valorization of the work of creole seed keepers, as well as the progress in maintaining pumpkin diversity, is essential to disseminate good and cheap sources of bioactive compounds in this vegetable, which are important for the health of the population.

Keywords: Pumpkin, Bioactive compounds, Freeze-drying, Diversity.

INTRODUÇÃO

A abóbora (*Cucurbita spp*) é uma cultura importante que é cultivada e consumida em todo o mundo devido aos seus benefícios nutricionais e para a saúde. Devido às suas propriedades nutricionais, facilidade de cultivo e utilidade tecnológica, as variedades deste produto hortícola são muito populares para consumo e utilização industrial. Entre eles, a família das Cucurbitáceas, que tem recebido muita atenção nos últimos tempos (Cucurbitaceae Juss) (PATEL; RAUF, 2017). O género *Cucurbita* é composto por 20-27 espécies, das quais cinco são cultivadas em grandes proporções (OECD, 2016). Estas são: *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo*, *Cucurbita ficifolia* e *Cucurbita argyrosperma*, sendo que as três primeiras estão entre as espécies mais cultivadas no mundo (EZIN *et al.*, 2022).

Na dieta humana, as abóboras são apreciadas devido ao valor utilitário tanto da polpa como das sementes destas plantas. Estas fornecem ao corpo com materiais de construção essenciais, energia (hidratos de carbono) e nutrientes como vitaminas, minerais, fibras alimentares, antioxidantes, bem como e água. A maior vantagem destas plantas é o fato de fornecerem relativamente poucas calorias, principalmente devido ao elevado teor de água (cerca de 80%). O valor energético da polpa de abóbora situa-se no intervalo de 14-38 kcal/100g, que é determinado principalmente pela proporção de hidratos de carbono 2-9 g/100g consoante a espécie desta planta (KUNACHOWICZ *et al.*, 2012; KAUR *et al.*, 2020; KHATIB; MUHIEDDINE, 2020).

Considerando relatos da literatura, a hortaliça é uma boa fonte de compostos bioativos como: carotenóides, ácidos fenólicos, flavonóis, vitaminas, polissacáridos e minerais (YAN *et al.*, 2007; KULCZYNSKI; GRAMZA-MICHAŁOWSKA, 2019; XIAO, 2010). O perfil de compostos bioativos da abóbora revela o seu grande potencial como alimento ou ingrediente funcional para o desenvolvimento de uma diversidade de produtos alimentares inovadores com propriedades promotoras da saúde (ROPELEWSKA *et al.*, 2022; DOYMAZ, 2007). Estudos mostram que estratégias de processamento, como desidratação ou liofilização, reduziram o teor de água e a atividade enzimática em amostras de abóbora e influenciarão a atividade antioxidante de compostos bioativos, especialmente fenólicos (MÁRQUEZ-CARDOZO *et al.*, 2021).

A abóbora é um fruto de importância não somente para a agronomia, mas também para a agricultura familiar e de subsistência. No Nordeste do Brasil a manutenção da sua biodiversidade tem sido garantida pela ação dos guardiões de sementes crioulas, que são quase sempre líderes de comunidades que tem realizado a coleta das sementes de diversas variedades,

garantindo seu replantio continuado. Sua atividade tem tomado destaque e tem contribuído para a construção da consciência e importância desta atividade na produção de alimentos de qualidade, na preservação dos recursos naturais, na manutenção dos conhecimentos tradicionais e no resgate da autonomia das famílias em produzir suas próprias sementes (NORONHA; VIELMO, 2017).

Com isso, muitos genótipos da família Cucurbitáceas têm sido mantidos *in situ* por iniciativa espontânea de produtores rurais em diferentes sistemas de produção, bem como em bancos de germoplasma de instituições de pesquisa e representam valioso recurso genético. A caracterização desses genótipos, permite conhecer a diversidade fenotípica e genética do germoplasma direcionando a sua utilização em programas de melhoramento genético, bem como a seleção de genótipos para o desenvolvimento de cultivares mais produtivas e de melhor qualidade (BORGES *et al.*, 2019).

Apesar do grande interesse nas propriedades químicas e de promoção da saúde da abóbora, existem poucos estudos sobre o perfil de outros compostos bioativos importantes para a nutrição (POTOČNIK; CIZEJ E JOŽE, 2018). Considerando as fontes de compostos bioativos na hortaliça uma estratégia de conhecimento e fornecimento de dados a programa e projetos científicos destinados a pesquisar melhorias na alimentação e nutrição aos quais esses compostos estão envolvidos, bem como contribuir com a valorização da biodiversidade desse fruto. O presente estudo tem como objetivo analisar os teores de compostos bioativos em polpa de abóbora crioulas cultivadas no Estado de Pernambuco.

REFERENCIAL TEÓRICO

A abóbora (*Cucurbita spp*) é uma cultura importante que é cultivada e consumida em todo o mundo devido aos seus benefícios nutricionais e para a saúde (YAN *et al.*, 2007; MONTEIRO *et al.*, 2018). A produção dessa hortaliça, no mundo excedeu 27,6 milhões de toneladas de uma área de 2,04 milhões de hectares em 2018 (NGUYEN *et al.*, 2020). A produção em 2019 foi estimada acima de 23 milhões. A abóbora é cultivada nas regiões tropicais, uma vez que esta cultura é muito sensível às baixas temperaturas e às geadas (FAO, 2019).

Considerando seu processo de germinação, as sementes de abóbora, a temperatura ideal para a produção deve ser em uma máxima de 20-35°C. Os baixos níveis de umidade também têm efeitos positivos no rendimento das culturas (AHMAD; KHAN, 2019). Quando diferentes cultivares são plantadas próximas, é comum o cruzamento entre elas, com o surgimento de novas variedades locais com padrões diversificados. As abóboras e morangas são alógamas,

ou seja, possuem alta taxa de cruzamento entre plantas, porém quase não perdem vigor pela autofecundação (EMBRAPA, 2021).

A razão é que sempre foram mantidas sob baixos tamanhos efetivos de população, e parte dos alelos deletérios ou prejudiciais provavelmente já foi eliminada. Essa característica é importante porque possibilita a manutenção de variedades locais pelos agricultores (EMBRAPA, 2021). A abóbora tem como característica ser um fruto de baga grande. A forma do fruto variar de globular a ovóide. O pedúnculo do fruto é duro, anguloso com cinco nervuras nitidamente alargadas no ápice. Possui formato de semente obovóide e achatado (PROTA, 2018).

Dentre a família das Cucurbitaceas, existem variedades abundantes para cada espécie de abóbora que diferem em forma, cor e composição de nutrientes (FERRIOL; PICO, 2008). A principal característica da polpa da abóbora é a concentração de carotenoides, que conferem às flores e frutos uma coloração que varia do amarelo ao vermelho. Os carotenóides são moléculas tetraterpenóides C40 lipossolúveis que se distinguem pela presença de uma longa cadeia de polieno que constitui um cromóforo absorvente de luz (AMAYA, 2015).

Em relação a propriedade antioxidante, o consumo de carotenóides reduz o risco de várias doenças, incluindo aterosclerose, carcinomas e degeneração macular (TANUMIHARDJO, 2013). Considerando que vários fatores, incluindo estágio de maturação, ambiente de cultivo e condições edafoclimáticas, podem afetar a composição de carotenóides em abóboras. Por exemplo, estudos revelaram a diminuição da biossíntese de carotenóides em áreas de temperatura mais baixa (PROVESI; DIAS; AMANTE, 2011; PROVESI *et al.*, 2012).

Levando em conta outros bioativos presente na matriz da abóbora, os flavonóides, segundo (RODRIGUES-MUÑIZ *et al.*, 2019; YANG *et al.*, 2018; XU *et al.*, 2018; ADADI *et al.*, 2018), são considerados metabólitos secundários das plantas e chamam atenção como antioxidantes naturais, juntamente com outros polifenóis, tem sido relatado pela ação benéfica na prevenção de cardiopatias. Os flavanóis atuam em flavor, amargor, adstringência, escurecimento enzimático e estabilidade da cor. Estes compostos apresentam ação antioxidante, com efeitos benéficos à saúde, sendo eles catequina, epicatequina, galocatequina e epigalocatequina (PADILHA *et al.*, 2017).

No tocante aos compostos fenólicos, durante a maceração, estes que encontra-se nas paredes celulares e vacúolos das células são liberados, variando conforme tempo, temperatura do processo de extração, concentração, composição do composto e meio de extração utilizado (GAO *et al.*, 2019). Mais de 8.000 fenólicos, com uma grande variedade de estruturas, foram identificados. Pelo menos, todos contêm em sua estrutura química um anel aromático com um

ou mais grupos hidroxila unidos (DE LA ROSA *et al.*, 2019; LUNA-GUEVARA *et al.*, 2018).

Técnicas de processamento da abóbora, como congelamento e a secagem podem ser adequados para processar e prolongar a vida útil das abóboras. Atualmente, os pós são os principais produtos processados das abóboras (BELEKE; ADMASSU, 2022). A liofilização envolve a remoção da umidade congelada através da transição de fase gelo-vapor, o que reduz os danos nas estruturas celulares (ERMIS, 2022).

Tendo em vista a rica composição do fruto, e sua aplicação em matrizes vegetais enriquecidas, seu uso permite o esforço em desenvolver alternativas práticas que muitas vezes alteram processos e produtos existentes e não correspondentes a uma produção sustentável. Portanto, a produção sustentável de alimentos de maneira ambientalmente aceitável para atender às crescentes demandas de uma população crescente é um desafio inevitável para a produção agrícola o que justifica o reconhecimento dos micronutrientes e suas fontes naturais (KULCZYŃSKI; GRAMZA-MICHAŁOWSKA; KRÓLCZYK, 2020; HO *et al.*, 2022).

METODOLOGIA

Obtenção do Material

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa e quantitativa acerca dos compostos bioativos em pó de polpa de abóbora. Variedades de *Cucurbita Maxima* e *Cucurbita Moschata* foram obtidas da Estação Experimental no Sertão de Belém de São Francisco-PE em associação com o Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em adequadas condições de maturação, com coordenadas geográficas referentes a porção do semiárido nordestino entre as coordenadas 8°45'57" de latitude Sul e 38°57'45" de longitude Oeste. O processamento do material foi realizado no Laboratório de Alimentos (NUBIOTEC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, com etapas de higienização do material, armazenamento em ultra freezer a -80°C (ULTRA LOW, MDF-U33V, USA & CANADA) por 48 horas e posteriormente, liofilizadas em (BenchTop Pro com Omnitronics TM), por 48 horas, com 0.22 mbar (millibar de pressão). As análises foram realizadas em triplicata e todos os reagentes químicos utilizados foram de grau analítico. Na figura 1 é apresentado o fluxograma de pós colheita e processamento do material.

Figura 1. Fluxograma de pós colheita e processamento da abóbora.



Fonte: Próprio (2023).

Determinações Analíticas

Carotenoides Totais

Os carotenoides totais foram extraídos de acordo com a metodologia de Lichtenthaler e Buschmann (2001), com modificações. Primeiramente 100mg da polpa em pó foi armazenado em recipiente com adição de 5ml de acetona resfriada por 8min em vortice, o sobrenadante será filtrado e nova extração com adição de mais 5ml de acetona resfriada e agitação foi realizada. As amostras foram lidas em espectrofotômetro (BEL Photonics) nos comprimentos de onda de 470 nm, 645 nm e 662 nm, contra o branco constituído de acetona. Os valores de carotenoides totais foram calculados utilizando as fórmulas abaixo e expressos em $\mu\text{g}/100\text{g}$ de polpa em pó.

$$\text{Ca } (\mu\text{g}/ \text{mL}) = 11,24\text{A}662 - 2,04\text{A}645 \quad \text{Cb}(\mu\text{g}/ \text{mL}) = 20,13\text{A}645 - 4,19\text{A}662 \quad \text{C}(\mu\text{g}/ \text{mL}) = (1000\text{A}470 - 1,90\text{Ca} - 63,14\text{Cb}) / 214$$

$$\text{Ca} = 11,24 \text{ A}661.6 - 2,04 \text{ A}644.8$$

$$\text{Cb} = 20,13 \text{ A}644.8 - 4,19 \text{ A}661.6$$

$$\text{C}(x+c) = (1000 \text{ A}^* 470 - 1,90\text{Ca} - 63,14\text{Cb}) / 214$$

Onde: Ca é a clorofila a;

Cb é a clorofila b;

C(x+c) são os carotenoides totais;

Polifenóis Totais

Para determinação de polifenóis totais, foi seguido a metodologia de Wettasinghe e Shahidi (1999). Para o preparo do extrato foi necessário 500mg da polpa em pó extraído com 30ml de metanol acidificado a 1,4%, submetido ao ultrassom por 10min na potência máxima e levado a centrífuga após o processo, por 10 min com 3000 rpm. O extrato foi filtrado e posteriormente, adicionado a tubos de ensaio, 0,5 ml do extrato, 8ml de água e 0,5ml de reagente Folin-Ciocalteu, após 3 min, 1ml de carbonato de sódio também foi adicionado. O preparo ficou em repouso e após, foi medida a absorbância a 725nm. O conteúdo de fenólicos totais foi determinado utilizando uma curva padrão preparada com ácido gálico e os resultados foram expressos em μg equivalentes de ácido gálico (EAG) por miligrama da polpa em pó (mg EAG/g).

Flavonoides Totais

Para flavonoides totais Zhishen, Mengcheng e Jianming (1999), com modificações, foi utilizado como metodologia. Com isso, 300mg da polpa em pó foi extraída com 4ml de metanol:água (3.6:0,4), 2ml foi utilizado para a primeira extração com agitação 8min em vortice e o sobrenadante filtrado, posteriormente nova extração foi realizada. A 500 μl do extrato, foi adicionado 2,3ml de destilada, 150 μl de nitrito de sódio (NaNO_2 a 5%), após 5min, 300 μl de cloreto de alumínio (AlCl_3 a 10%) e após 6min, 1ml de hidróxido de sódio (NaOH) e 1,2ml de destilada. Absorbância de 510nm para leitura.

O teor de flavonoides totais foi determinado por curva padrão de catequina em 280 nm e os resultados foram expressos em mg equivalentes de catequina (EC) por grama da polpa em pó (mg EC/g).

Análise Estatística

Todos os dados experimentais foram analisados através da análise de variância (ANOVA) com um intervalo de confiança de 95%. Os dados da ANOVA e Teste de Tukey com $p < 0,05$ foram considerados estatisticamente significativos. Todos os tratamentos foram realizados em triplicata, e os resultados são expressos como a média \pm DP (n= 3). Utilizando o software Statistica 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Carotenoides Totais

A polpa de abóbora é considerada uma fonte de carotenoides. Até agora, a maioria dos estudos sobre a composição química da polpa de abóbora se concentrou no conteúdo desses compostos. De mesmo modo, existem vários cultivares dentro de uma espécie e compostos bioativos encontrados em frutos de abóbora (KULCZYŃSKI; MICHALOWSKA, 2019). Os teores desses bioativos foram distintos em relação a variedade de abóbora analisada, conforme demonstra a tabela 1.

Tabela 1: Teores de Bioativos da polpa de abóbora em pó.

Variedade	Carotenoides Totais ($\mu\text{g/g}$)	Polifenóis Totais (mg EAG/g)	Flavonoides Totais (mg EC/g)
<i>C.Moschata</i>	482 \pm 0,08 ^a	4,60 \pm 0,11 ^a	68,78 \pm 2,35 ^a
<i>C.Maxima</i>	292 \pm 0,06 ^b	5,90 \pm 1,02 ^a	61,01 \pm 2,35 ^b

Os dados são expressos como valores médios \pm desvio padrão. Amostras com letras diferentes dentro de cada coluna são significativamente diferentes (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

Fonte: Próprio (2023).

Em concordância com os resultados expressos na tabela 1, houve diferenças estatisticamente significativas no teor de carotenoides totais entre as variedades *Moschata* e *Maxima*, para (BEMFEITO *et al.*, 2020), no estudo com farinha de abóbora da variedade *C.Moschata*, o teor de carotenoides totais foi de 249,04 $\mu\text{g/g}$, sendo os teores de ambas as variedades deste trabalho apresentando teores elevados com 482 $\mu\text{g/g}$ e 292 $\mu\text{g/g}$ para *C. moschata* e *maxima*, respectivamente. Corroborando com o destacado por (ORTEGA *et al.*, 2020), o qual foi exposto grande variabilidade em seu conteúdo total (155,8–2137,3 $\mu\text{g/g}$ em base seca) e que de acordo com a cultivar ou origem geográfica, assim como dentro de cada variedade, garante assim, uma representação robusta dos carotenoides totais.

Para Kulczyński e Gramza-Michałowska (2019), dentre os cultivares avaliados da variedade *C.moschata* os teores ficaram de (3,34-11,56 mg/g), inferior aos teores apresentados no trabalho para ambas as variedades. Em cultivares de duas espécies de abóbora: *C. moschata* Duchesne ex Poir ('Menina Brasileira') e *C. maxima* ('Exposição'). A abóbora da espécie *C. maxima* continha menos carotenoides, de acordo com (PROVESI *et al.*, 2011), semelhante ao relatado no trabalho. Em Zdunic *et al.* (2016), ao analisar o teor de carotenóides

na polpa de abóbora e seus produtos. Eles descobriram que a quantidade total desses compostos na abóbora não processada era de 86,3 $\mu\text{g/g}$. Ao mesmo tempo, os autores observaram uma diminuição na concentração de carotenóides nos produtos de geléia de abóbora (63,9 $\mu\text{g/g}$) e suco (28,6 $\mu\text{g/g}$).

Algumas explicações podem ser analisadas pela coloração cromática realizada por (PIEPIORKA-STEPUK *et al.*, 2023), onde é indicado que os cultivares da variedade *Cucurbita maxima* são caracterizados por maior saturação das cores amarelas e vermelho. O mesmo autor também relata, que o estágio de maturação da abóbora e as condições de tempo e armazenamento, podem causar alterações nos teores de carotenoides e polifenóis. Na figura 2, é possível observar a coloração cromática das variedades no estudo.

Acerca do teor de carotenoides, o alto teor de carotenoides total demonstrado nos estudos, reitera que na farinha de abóbora, já era esperado, uma vez que as abóboras são geralmente consideradas importantes fontes desses compostos bioativos. Devido às propriedades antioxidantes e à atividade pró-vitamina A de alguns carotenoides, o consumo, principalmente da farinha de abóbora, pode ser recomendado como fonte alternativa desses compostos bioativos (BEMFEITO *et al.*, 2020).

Figura 2. Variedades de Cucurbitaceas.



Cucurbita Moschata

Cucurbita Maxima

Fonte: Próprio (2023).

Polifenólicos Totais e Flavonoides

Frutas e vegetais contendo polifenóis são considerados fontes dietéticas significativas

de componentes promotores de saúde. Os teores de fenólicos totais e flavonoides em abóboras foram estimados pelos métodos colorimétricos de Folin–Ciocalteu e cloreto de alumínio (MOKHTAR *et al.*, 2021).

Alguns dados de teores fenólicos totais (TPC) foi considerado por (GULALA *et al.*, 2020) no qual frutos de *C.moschata* 'Kogigu' foi caracterizada pelos maiores teores dos seguintes fenólicos (mg/100 g de peso fresco): ácidos protocatecuico (2,42 mg), siríngico (16,41 mg) e ferúlico (0,442 mg), catequina (0,52 mg), e kaempferol (0,107 mg). Além disso, no estudo trazido por (OUYANG *et al.*, 2020), foi demonstrado que os níveis de IPC (compostos fenólicos insolúveis) em fatias de abóbora foram muito afetados pela temperatura e tempo de secagem. No trabalho, não houve diferença significativa para polifenólicos totais entre as variedades estudadas, apresentando $p < 0,05$, segundo o teste de Tukey.

Para Piepiorka-Stepuk *et al.* (2023), maior teor de polifenóis (13,296 mg (EAG)/g f.w.) e flavonóides (0.732 mg(KW)/g f.w) foram encontrados na cultivar de abóbora de Hokkaido "Uchiki Kuri" (*Cucurbita maxima*). No estudo de Mokhtar *et al.* (2021), resultados mostraram que os teores de fenólicos e flavonoides totais da abóbora são dependentes do estágio de maturidade do fruto e que a fase verde contém uma boa quantidade de polifenóis totais (77,5 mg EAG. 100 g⁻¹ FW) e flavonoides (23,4 mg EC. 100 g⁻¹ FW). Tendo essas quantidades, aumentadas com o amadurecimento do fruto de 26 e 22% maiores no segundo estágio do que os frutos verdes (97,4 mg EAG. 100 g⁻¹ e 28,6 mg EC. 100 g⁻¹).

Considerando os teores de polifenóis no presente trabalho, os resultados são divergentes do estudo anterior, sendo os valores de 4,60mg/g e 5,90mg/g de polifenóis totais. Contudo, para flavonoides totais os resultados foram expressivos, com diferença significativa entre as variedades, com destaque para a *C.Moschata* com 68,78mg/g ou (mg EC/g). Os polifenóis tendem a fornecer benefícios à saúde, exercendo efeitos semelhantes aos prebióticos e modulando a microbiota intestinal (TZOUNIS *et al.*, 2011; SANDERS *et al.*, 2019).

Os potenciais efeitos prebióticos dos polifenóis alimentares estão associados à capacidade da microbiota intestinal de converter compostos fenólicos em seus metabólitos, que por sua vez contribuem para modular a microbiota intestinal (ALBUQUERQUE *et al.*, 2020; MASSA *et al.*, 2020). Devido à sua capacidade de doar átomos de hidrogênio aos radicais livres, as moléculas fenólicas e flavonoides são importantes componentes antioxidantes que desativam os radicais livres.

Eles também têm excelentes propriedades estruturais para eliminar os radicais livres. Vários estudos relataram uma correlação linear entre o conteúdo de fenólicos e

flavonoides totais e a atividade antioxidante. Ao analisar os coeficientes de correlação (valores de R), podemos sugerir que os compostos fenólicos e flavonoides são responsáveis pela atividade antioxidante dos extratos de abóbora (ARYAL *et al.*, 2019).

CONCLUSÕES

A pesquisa mostrou que a abóbora (conhecida por seu conteúdo de carotenoides) também é fonte de outros compostos bioativos importantes, como os polifenóis e flavonoides, que possuem propriedades promotoras da saúde. Os resultados demonstram diferenças significativas entre as variedades de estudo *C.moschata* e *C.maxima*, quanto aos teores de flavonoides totais e carotenoides, sendo a *C.moschata* a variedade mais expressiva estatisticamente em relação aos carotenoides totais. Considerando a diversidade dos bioativos entre as variedades e o quanto o consumo destas pode afetar significativamente o aporte de nutrientes e levantar a afirmação de que a manutenção da biodiversidade e promoção/valorização dos guardiões de sementes crioulas, é essencial para a disseminação de variedades ricas nesses bioativos.

REFERÊNCIAS

- ADADI, P.; BARAKOVA, N. V.; KRIVOSHAPKINA, E. F. Selected methods of extracting carotenoids, characterization, and health concerns: A review. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.66. p.5925-5947, 2018.
- AHMAD, G.; KHAN, A.A. Pumpkin: Horticultural importance and its roles in various forms; a review **International Journal of Horticulture and Agriculture**, v. 4. n.1. p. 1-6, 2019.
- AMAYA, R.D.B. Nomenclature, structures, and physical and chemical properties. In Food Carotenoids. **John Wiley & Sons, Ltd.** p. 1-23, 2015.
- ARYAL, S.; BANIIYA, M.K.; DANEKHU, K.; KUNWAR, P.; GURUNG, R.; KOIRALA, N. Total Phenolic Content, Flavonoid Content and Antioxidant Potential of Wild Vegetables from Western Nepal. **Plants**, v.8. n. 96, 2019.
- BEKELE, D.W.; ADMASSU, S. Pumpkin flour qualities affected by ultrasonic and microwave pre-drying treatment. **International Journal of Food Properties**, v.25. n.1. p. 2409-2424, 2022.
- BEMFEITO, C. M. et al. Nutritional and functional potential of pumpkin (*Cucurbita moschata*) pulp and pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **J Food Sci Technol**, v. 57. n. 10. p. 3920-3925, 2020.
- BORGES, R.M.E. et al. **Genetic divergence in pumpkin genotypes for qualitative and quantitative descriptors associated with the fruit**. Petrolina: Embrapa Semiárido, (Embrapa Semiárido. Research and Development Bulletin 136), p. 25, Set 2019. Available: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1112623>.

DE ALBUQUERQUE, T.M.R.; BORGES, C.W.P.; CAVALCANTI, M.T.; LIMA, M.S.; MAGNANI, M.; DE SOUZA, E.L. Potential prebiotic properties of flours from different varieties of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) roots cultivated in Northeastern Brazil. **Food Biosci**, v.36. 100614, 2020.

DE LA ROSA, LA.; MORENO-ESCAMILLA, JO.; RODRIGO-GARCÍA, J.; ALVAREZ-PARRILLA, E. Phenolic compounds . In EM Yahia & A. Carrillo-Lopez (Eds.), **Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables**, p. 253 – 271, 2019.

DOYMAZ, I. The kinetics of forced convective air-drying of pumpkin slices. **J. Food Eng**, v. 79. p. 243–248, 2007.

EMBRAPA. Technical recommendations for the cultivation of pumpkins and Strawberries. TECHNICAL CIRCULAR 175. 2021. Available at: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/225763/1/CT-175-30ago2021.pdf>.

ERMIS, E. A review of drying methods for improving the quality of probiotic powders and characterization. **Drying Technology**, v.40. n.11. p. 2199–2216. 2022.

EZIN, V.; GBEMENOU, U.H.; AHANCHEDE, A. Characterization of cultivated pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne) landraces for genotypic variance, heritability and agromorphological traits. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 29. p. 3661-3674, 2022.

FERRIOL, M.; PICÓ, B. In: Hortaliças I, editor. Abóbora e abóbora de inverno. Nova York: Springer Nova York. p.317–49. 2008.

Food and Agriculture Organization of the United Nation. **FAOSTAT** (2019). Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

GAO, Y.; ZIETSMAN, A. J. J.; VIVIER, M. A.; MOORE, J. P. Deconstructing wine grape cell walls with enzymes during winemaking: new insights from glycan microarray technology. **Molecules**, v.24. p.165-184, 2019.

GULALA, A. K.; KRUCZEK, M.; SMOLEŃ, I. L.; KASZYCKI, P. Antioxidants and Health-Beneficial Nutrients in Fruits of Eighteen *Cucurbita* Cultivars: Diversity Analysis and Dietary Implications. **Molecules**, v. 25. n. 8. p. 1792, 2020.

HO, K.L.; NG, Z.X.; WANG, C.W.; JUNIT, S.M. LIM, S.H.; NGO, C.T. *et al.* Comparative in vitro analysis of enzyme and phytochemical inhibitory activities of *Platyclusus orientalis* (L.) Franco via solvent partition method. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v.194. p. 3621 – 3644, 2022.

KUNACHOWICZ, H.; NADOLNA, I.; PRZYGODA, B.; IWANOWICZ, K. Tables of composition and nutritional value of foods. PZWL **Medical Publishing**, Warszawa 2012.

KAUR, S.; PANGHAL, A.; GARG, M.K.; MANN, S.; KHATKAR, S.K.; SHARMA, P.; CHHIKARA, N. Functional and nutraceutical properties of pumpkin - a review. **Nutrition & Food Science**, v. 50. n. 2. p. 384 – 401, 2020.

KHATIB, S.E.; MUHIEDDINE, M. Nutritional profile and medicinal properties of pumpkin fruit pulp in Salanta, L. C. The health benefits of food - current knowledge and future development, 978-1-78985-934-8 , Intech Open Publisher 2020.

KULCZYNSKI, B.; GRAMZA-MICHAŁOWSKA, A. The profile of secondary metabolites and other bioactive compounds in *Cucurbita pepo* L. and *Cucurbita moschata* pumpkin cultivars, **Molecules**, v.24. p. 1–22, 2019.

KULCZYŃSKI, B.; GRAMZA-MICHAŁOWSKA, A.; KRÓLCZYK, J.B. Optimization of extraction conditions for the antioxidant potential of different varieties of pumpkin (*Cucurbita maxima*). **Sustainability**, v. 12. n. 4. p.1305, 2020.

LICHTENTHALER, H. K.; BUSCHMANN, C. Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*, 2001. ISSN 0471142913.

LUNA-GUEVARA, M.L.; LUNA-GUEVARA, J.J.; HERNÁNDEZ-CARRANZA P.; RUÍZ-ESPINOSA, H.; OCHOA-VELASCO, CE. Phenolic compounds: a good choice against chronic-degenerative diseases . **Studies in Chemistry of Natural Products**, v.59. p.79 – 108, 2018.

MÁRQUEZ-CARDOZO, C.J.; CABALLERO-GUTIÉRREZ, B.L.; CIRO-VELÁZQUEZ, H.J.; RESTREPO -MOLINA, D.A. Effect of pretreatment and temperature on the drying kinetics and physicochemical and techno-functional characteristics of pumpkin (*Cucurbita maxima*), **Heliyon**, v. 7. n.4. 2021.

MASSA, N.M.L.; MENEZES, F.N.D.D.; DE ALBUQUERQUE, T.N.R.; DE OLIVEIRA, S.P.A.; LIMA, M.S.; MAGNANI, M.; DE SOUZA, E.L. Effects of digested jaboticaba (*Myrciariajaboticaba* (Vell.) Berg) by-product on growth and metabolism of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* indicate prebiotic properties. **LWT Food Sci. Technol**, v.131. 109766, 2020.

MONTEIRO, R.L.; LINK, J.V.; TRIBUZI, G.; CARCIOFI, B.A.M.; LAURINDO, J.B. Effect of multistage drying and microwave vacuum drying on the microstructure and texture of pumpkin slices, **LWT–Food Sci. Technol**, v.96. p.612–619, 2018.

MOKHTAR, M.; BOUAMAR, S.; DI LORENZO, A.; TEMPORINI, C.; DAGLIA, M.; RIAZI, A. The Influence of Ripeness on the Phenolic Content, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Pumpkins (*Cucurbita moschata* Duchesne). **Molecules**, v.26. n.12. p.3623. 2021.

NORONHA, A. D. H.; VIELMO, G. R. R. **Guardians of Creole Seeds**. Building Knowledge for the Preservation of Agrobiodiversity by Family Farmers of Ibarama. Embrapa, 2017.

NGUYEN, N.N.; KIM, M.; JUNG, J.K.; SHIM, E.J.; CHUNG, S.M.; PARK, Y. S.C. Genome-wide SNP discovery and core marker sets for assessment of genetic variations in cultivated pumpkin (*Cucurbita* spp). **Horticulture Research**, v. 7. n. 1. p. 1-10, 2020.

OECD. Squashes, pumpkins, zucchinis and gourds (*Cucurbita* species) Safety assessment of transgenic organisms in the environment, 5: OECD consensus documents, OECD Publishing, Paris 2016.

ORTEGA, N. Q. et al. FTIR-ATR Spectroscopy Combined with Multivariate Regression Modeling as a Preliminary Approach for Determination of Carotenoids in *Cucurbita* spp. **Aplic. Sciences**, v. 10. n. 11. p. 3722, 2020.

- OUYANG, M.; CAO, S.; HUANG, Y.; WANG, Y. Phenolics and ascorbic acid in pumpkin (*Cucurbita maxima*) slices: effects of hot air drying and degradation kinetics. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 15. n. 1. p. 1-9, 2020.
- PADILHA, C. V. S.; MISKINIS, G. A.; SOUZA, M. E. A. O.; PEREIRA, G. E.; OLIVEIRA, D.; BORDIGNON-LUIZ, M. T.; LIMA, M. S. Rapid determination of flavonoids and phenolic acids in grape juices and wines by RP-HPLC/DAD: Method validation and characterization of commercial products of the new Brazilian varieties of grape. **Food Chemistry**, v.228. p.106-115, 2017.
- PATEL, S.; RAUF, A. Edible seeds of the Cucurbitaceae family as potential functional foods: lots of promise, few concerns. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 91. p. 330 – 337, 2017.
- PIEPIORKA-STEPUK, J.; WOJTASIK-KALINOWSKA, I.; STERCZYNSKA, M.; MIERZEJEWSKA, S.; STACHNIK, M.; JAKUBOWSKI, M. The effect of heat treatment on bioactive compounds and color of selected pumpkin cultivars. **LWT- Food Science and Technology**, v. 175. 2023.
- POTOČNIK T., RAK CIZEJ M., JOŽE KOŠIR I. Influence of seed roasting on pumpkin seed oil tocopherols, phenolics and antiradical activity. **J. Food Compos, Anal.** v.69. p.7–12, 2018.
- PROTA (2018). *Cucurbita moschata* (PROTA). (R. PlantUse Français, novembre 10, 2020 depuis [https://uses.plantnet-project.org/f/index.php?title=Cucurbita_moschata_\(PROTA\)&oldid=273360](https://uses.plantnet-project.org/f/index.php?title=Cucurbita_moschata_(PROTA)&oldid=273360)., ed.).
- PROVESI, J.G.; DIAS, C.O.; AMANTE, E.R. Changes in carotenoids during processing and storage of pumpkin puree. **Food Chem**, v.1. p.195–202, 2011.
- PROVESI, J.G.; DIAS, C.O.; DE MELLO CASTANHO AMBONI RD, AMANTE, E.R. Characterisation and stability of quality indices on storage of pumpkin (*Cucurbita moschata* and *Cucurbita maxima*) purees. **Int J Food Sci Technol**, v.47. p.67–74, 2012.
- RODRIGUES-MUÑIZ, G. M.; MIRANDA, M. A.; MARIN, M. L. A time-resolved study on the reactivity of alcoholic drinks with the hydroxyl radical. **Molecules**, v.24. p.234-243, 2019.
- ROPELEWSKA, E.; POPINSKA, W.; SABANCI, K.; ASLAN, M.F. Flesh of pumpkin from ecological farming as part of fruit suitable for non-destructive cultivar classification using computer vision, **Eur. Food Res. Technol**, v.248 p.893–898, 2022.
- SANDERS, M.E.; MERENSTEIN, D.J.; REID, G.; GIBSON, G.R.; RASTALL, R.A. Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: From biology to the clinic. **Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol**, v.16. p. 605–616, 2019.
- TANUMIHARDJO, S.A. **Carotenoids and human health**. Totowa: Humana Press; 2013.
- TZOUNIS, X.; RODRIGUEZ-MATEOS, A.; VULEVIC, J.; GIBSON, G.R.; KWIK-URIBE, C.; SPENCER, J.P. Prebiotic evaluation of cocoa-derived flavanols in healthy humans by using a randomized, controlled, double-blind, crossover intervention study. **Am. J. Clin. Nutr**, v. 93, p. 62–72, 2011.

WETTASINGHE, M.; SHAHIDI, F. Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. **J. Agric. Food Chem., Washington**, v.47. p.1801-1812, 1999.

XIAO, H.W.; LE PANG, C.; WANG, L.H.; BAI, J.W.; YANG, W.X.; GAO, Z.J. Drying kinetics and quality of Monukka seedless grapes dried in an air-impingement jet dryer, **Biosyst. Eng**, v.105. p. 233–240, 2010.

XU, M.; JIN, Z. OHM, J.-B.; SCHWARZ, D.; RAO, J.; CHEN, B. Improvement of the antioxidative activity of soluble phenolic compounds in chickpea by germination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.66. p.5925-5947, 2018.

YANG, X.; ZHAO, Y.; YOU, L. Chemical composition and antioxidant activity of an acidic polysaccharide extracted from Cucurbita moschata Duchesne ex Poiret. **J. Agric. Food Chem.** v.55. p. 4684–4690. 2007.

YANG, H.; XUE, X.; LI, H.; APANDI, S. N.; TAY-CHAN, S. C.; ONG, S. P.; TIAN, E. F. The relative antioxidant activity and steric structure of green tea catechins - A kinetic approach. **Food Chemistry**, v.257. p.399-405, 2018.

ZDUNIC, G.M.; MENKOVIC, N.R.; JADRANIN, M.B.; NOVAKOVIC, M.M.; SAVIKIN, K.P.; ZIVKOVIC, J.C. Phenolic compounds and carotenoids in pumpkin fruit and related traditional products. **Hem. Ind**, v.70. p. 429–433, 2016.

ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chem**, v.64. n.4. p. 555-559, 1999.