

TEMPO DE ARMAZENAMENTO NO TEOR DE COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE RAÍZES DE MANDIOCA CONGELADA

Andressa Sousa Pereira¹, Amanda Sousa Pereira², Douglas Martins da Costa³, Caroline Roberta Freitas Pires⁴, Diego Neves de Sousa⁵, Gustavo Azevedo Campos⁶

RESUMO:

O trabalho teve como objetivo avaliar a influência do tempo de armazenamento sobre os teores de compostos bioativos e atividade antioxidante em mandiocas, das cultivares BRS 400 (polpa rosada), Cacau (polpa amarela) e Jari (polpa branca), congeladas. As raízes foram obtidas no município de Porto Nacional-Tocantins. Em seguida foram acondicionadas em embalagens de polietileno de alta densidade, submetidas ao congelamento a -18 °C e armazenadas por 180 dias. As amostras foram avaliadas a cada 45 dias de armazenamento quanto aos teores de fenólicos totais, licopeno, β-caroteno, carotenoides totais e atividade antioxidante. Raízes de polpa rosa se destacaram pelos valores mais elevados de compostos fenólicos, licopeno e atividade antioxidante, as de polpa amarela, pelo maior teor de betacaroteno, enquanto as de polpa branca apresentaram os menores teores de compostos bioativos e menor atividade antioxidante. Mandiocas 'BRS 400' e 'Cacau' apresentaram perdas significativas dos compostos bioativos e atividade antioxidante avaliados, enquanto a mandioca 'Jari' não apresentou alterações nessas variáveis, à exceção da queda observada no licopeno, ao longo do armazenamento. As raízes de coloração rosa e amarela apresentaram redução no teor de carotenoides totais durante o armazenamento. A cultivar de polpa branca apresentou os menores teores de compostos bioativos e atividade antioxidante, e menor perda significativa desses compostos durante o armazenamento. Conclui-se que o armazenamento das três cultivares por 45 dias não causou perdas significativas de todos os compostos bioativos e da atividade antioxidante.

Palavras-chave: compostos funcionais, congelamento, qualidade nutricional.

STORAGE TIME ON THE CONTENT OF BIOACTIVE COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF FROZEN CASSAVA ROOTS

ABSTRACT:

This study aimed to evaluate the influence of storage time on the levels of bioactive compounds and antioxidant activity in frozen cassava cultivars BRS 400 (pink flesh), Cacau (yellow flesh), and Jari (white flesh). The roots were obtained from the city of Porto Nacional, in the state of Tocantins. They were then packaged in high-density polyethylene containers, frozen at -18°C, and stored for 180 days. Samples were evaluated every 45 days of storage for total phenolic compounds, lycopene, β-carotene, total carotenoids, and antioxidant activity. Pink-fleshed roots had the highest levels of phenolic compounds, lycopene, and antioxidant activity; yellow-fleshed roots had the highest beta-carotene content; and white-fleshed roots had the lowest levels of bioactive compounds and the lowest antioxidant activity. 'BRS 400' and 'Cacau' cassava

¹Bacharel em Nutrição. Universidade Federal do Tocantins, Palmas-TO; andressanutri2000@outlook.com, <https://orcid.org/0000-0003-2750-6805>; ² Bacharel em Nutrição. Universidade Federal do Tocantins, Palmas-TO; pereira.amanda@mail.uft.edu.br; <https://orcid.org/0000-0002-1904-1924>; ³Mestre em Agroenergia. Universidade Federal do Tocantins. Palmas-TO, douglasbio904@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8798-6444>; ⁴Doutora em Ciências dos Alimentos. Universidade Federal do Tocantins. Palmas-TO, carolinerpires@mail.uft.edu.br; <https://orcid.org/0000-0002-1427-7276>; ⁵Doutor em Desenvolvimento Rural. Embrapa Pesca e Aquicultura. Palmas-TO, diego.sousa@embrapa.br; <https://orcid.org/0000-0003-3124-5150>; ⁶Doutor em Produção Vegetal. Embrapa Pesca e Aquicultura. Palmas-TO, gustavo.campo@embrapa.br; <https://orcid.org/0000-0001-8468-5817>.

showed significant losses of the evaluated bioactive compounds and antioxidant activity. In contrast, 'Jari' cassava showed no changes in these variables, except for the decrease observed in lycopene, during storage. The pink and yellow roots showed a reduction in total carotenoid content during storage. The white-fleshed cultivar had the lowest levels of bioactive compounds and antioxidant activity, and the least significant loss of these compounds during storage. It is concluded that storing the three cultivars for 45 days did not cause significant losses of any bioactive compounds or antioxidant activity.

Key words: functional compounds, freezing, nutritional quality.

INTRODUÇÃO

O consumo de produtos de origem vegetal está associado com a redução da mortalidade e morbidade, causadas por doenças crônicas. Esse efeito se deve aos compostos antioxidantes presentes em várias partes desses alimentos. Entre eles, estão o ácido ascórbico, carotenoides e os compostos fenólicos, que são encontrados em diferentes concentrações nos vegetais (Gonçalves et al., 2019).

Os antioxidantes são compostos químicos que podem prevenir ou diminuir os danos oxidativos de lipídios, proteínas e ácidos nucleicos causados por espécies de oxigênio reativo. Essas espécies geradas no organismo são os responsáveis por danos celulares, conduzindo a várias anormalidades fisiológicas e patológicas, tais como inflamação, doenças cardiovasculares, câncer e envelhecimento (Stanaway et al., 2022).

A mandioca é uma das culturas alimentares mais consumidas e produzidas nos países em desenvolvimento e possui amplo aproveitamento culinário (Santos et al., 2024). O consumo deste produto tem crescido, principalmente, devido à presença em sua polpa de carotenoides, com ênfase para o betacaroteno e licopeno, que além de conferir-lhe intensa coloração amarela ou rosa, diferente da tradicional coloração branca, um apelo funcional bastante significativo. Desta forma, a cultura vem se destacando entre os vegetais como importante fonte de vitamina A e de licopeno (Carvalho et al., 2018).

As raízes de mandioca apresentam composição média na matéria integral de 61,55% de umidade, 0,87% de cinzas, 0,65% de proteínas, 0,13% de lipídeos e 1,25% de fibras. Em relação à concentração de micronutrientes observam-se teores de retinol, tiamina, riboflavina, niacina e ácido ascórbico, além de apresentarem sais minerais, principalmente cálcio, ferro, magnésio e zinco (Souza et al., 2024).

A oferta de raízes de mandioca de mesa *in natura* vem diminuindo em função da elevada perecibilidade e do aspecto visual pouco atrativo das mesmas e, conseqüentemente, a demanda por raízes de mandioca de mesa pré-cozidas e congeladas vem crescendo nos grandes e médios centros urbanos (Rinaldi et al., 2015). O congelamento de mandioca tem sido proposto como alternativa para ampliar o período de oferta da raiz e disponibilizar um alimento mais prático para ser utilizado na prática da culinária (Nachbar et al., 2024).

O congelamento é considerado método eficiente de conservação, por controlar a deterioração fisiológica e microbiológica, pois, quanto menor a temperatura de estocagem, menores serão as velocidades de modificações microbiológicas e bioquímicas (Castro et al., 2024).

No entanto, durante o armazenamento do produto congelado, ocorre redução no nível de compostos antioxidantes, com impacto no seu potencial funcional, além de alterações nas características sensoriais e valor nutricional desse produto (Gonçalves et al., 2019; Silva et al., 2014, Castro et al., 2024).

Diante disso, esse trabalho tem como objetivo avaliar a influência do tempo de armazenamento na concentração de compostos bioativos e na atividade antioxidante das cultivares de mandioca de mesa congeladas: BRS 400 (polpa rosada), Cacau (polpa amarela) e Jari (polpa branca).

MATERIAL E MÉTODOS

As cultivares analisadas, BRS 400 (polpa rosada), Cacau (polpa amarela) e Jari (polpa branca) foram fornecidas pelo projeto Polo de Fruticultura Irrigada São João, localizado na zona rural do Município de Porto Nacional, Tocantins, liderado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. A área de plantio encontra-se a 220 metros de altitude, com solo do tipo latossolo arenoso e adubação de fundação na cova, utilizando-se adubo superfosfato simples, 50g por metro linear. O número de plantas por hectare foi de 10.000, com espaçamento entreplantas e entrelinhas de 1 m, com irrigação por sistema de microaspersão realizado a cada 2 dias.

Aos doze meses após o plantio, foi efetuada a colheita das raízes, momento em que elas foram transportadas para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Câmpus Palmas, lavadas em água corrente e selecionadas considerando os critérios de qualidade relacionados à cor da polpa e ausência de podridões perceptíveis. Logo após, inseridas em imersão de hipoclorito de sódio na concentração de 100 ppm por 15 minutos.

O processamento das raízes seguiu o método descrito por Rinaldi et al. (2015) com modificações. O processamento mínimo consistiu no descasque manual das raízes e descarte das pontas; lavagem em água corrente; corte da parte mediana das raízes em cilindros (10 cm de comprimento) e corte desses

cilindros longitudinalmente em quatro partes; imersão (10 minutos) em solução sanitizante de hipoclorito de sódio com 150 mg L⁻¹ de cloro ativo; enxague (5 minutos) em solução de com 5 mg L⁻¹ do mesmo sanitizante, e drenagem das raízes por cinco minutos em escorredor de aço inoxidável. A temperatura da água de lavagem, na sanitização e nos enxágues, foi mantida a 24 °C. A área de processamento foi previamente higienizada, bem como todos os utensílios mantidos em seu interior. A temperatura do ambiente foi mantida a 22°C e utilizaram-se equipamentos de proteção individual (EPIs).

O produto minimamente processado (200 g) foi acondicionado em embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD), com 120 µm de espessura, seladas a quente em seladora comercial e submetido ao congelamento e ao armazenamento em temperatura de -18 °C, até o momento das análises.

Após o processamento mínimo, no dia da colheita, tempo “0”, e aos 45, 90, 135 e 180 dias de armazenamento, o produto foi submetido às análises de quantificação dos teores de compostos bioativos e atividade antioxidante.

Para a obtenção do extrato para determinação da atividade antioxidante e das diferentes dosagens de compostos bioativos (fenólicos totais, carotenoides totais, betacaroteno e licopeno) utilizou-se a metodologia proposta por Silva et al. (2014). O preparo do extrato consistiu em pesar 20 g de raiz de cada cultivar, triturar e incubar com 20 mL de acetona e 60 mL de hexano aquecido a 60 °C. Posteriormente a solução foi colocada em recipiente protegido de luz e armazenada em temperatura média de -18 °C por 24 horas. Após este período, os extratos foram filtrados sob ação de vácuo e utilizados nos ensaios de determinações dos compostos bioativos.

A determinação do teor de fenólicos totais foi feita pelo método proposto por Waterhouse et al. (2002), empregando-se o reagente de Folin-Ciocalteu. A partir da equação da reta obtida da curva padrão do ácido gálico o cálculo do teor de fenólicos foi realizado. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico por 100 g da amostra (mg EAG 100 g⁻¹).

A quantificação dos compostos bioativos carotenoides totais, betacaroteno e licopeno foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Zscheile e Porter (1947).

Para determinação da atividade antioxidante utilizou-se a metodologia proposta por Rufino et al. (2009), baseada na extinção da absorção do radical 2.2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH 60 µM), segundo a equação 1 (Eq.1):

$$\text{SRL}\% = \left[\frac{\text{Absorbância do controle} - \text{Absorbância da amostra}}{\text{Absorbância do controle}} \right] \times 100$$

Eq. 01

Adotou-se delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, dispostos em arranjo fatorial 3x5, correspondente a três cultivares (BRS 400, Cacau e Jari) e cinco tempos de armazenamento (0, 45, 90, 135 e 180 dias).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e regressão. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey com nível de probabilidade de (p<0,05). A análise estatística foi realizada no programa SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da influência do tempo de congelamento sobre os compostos bioativos e atividade antioxidante das mandiocas estão apresentados na Tabela 1.

Os teores de compostos fenólicos totais variaram, significativamente, entre as três cultivares, sendo que a BRS 400 apresentou valor significativamente superior, em todos os tempos de armazenamento. Os teores de compostos fenólicos totais das cultivares BRS 400 e Cacau foram preservados durante 135 dias de armazenamento congelado. Embora a cultivar Jari tenha registrado os menores valores médios de compostos fenólicos, perdas significativas não foram observadas no decorrer de 180 dias de armazenamento, visto que não houve diferença significativa a um nível de probabilidade de 5% (Tabela 1 e Figura 1.A).

Tabela 1. Valores médios de fenólicos totais, carotenoides totais, licopeno, β -caroteno, atividade antioxidante em raízes de mandioca no decorrer do tempo de armazenamento. Palmas - TO, 2020⁽¹⁾.

Cultivares	Variáveis*	Teores médios dos constituintes				
		Tempo de armazenamento (Dias)				
		0	45	90	135	180
BRS 400	Fenólicos totais	9,07±0,12 ^{aA}	8,59±0,84 ^{aAB}	8,50±0,25 ^{aAB}	8,41±0,16 ^{aB}	8,33±0,13 ^{aB}
	Carotenoides totais	8,08±0,10 ^{aA}	7,89±0,13 ^{aAB}	7,58±0,41 ^{aB}	7,18±0,12 ^{aC}	7,05±0,09 ^{aC}
	Licopeno	19,39±0,09 ^{aA}	18,98±0,24 ^{aAB}	18,66±0,21 ^{aAB}	18,43±0,11 ^{aAB}	18,10±0,03 ^{aB}
	β -caroteno	6,30±0,27 ^{bA}	6,06±0,08 ^{bAB}	5,31±0,83 ^{bC}	5,54±0,42 ^{bCB}	5,31±0,13 ^{bC}
	Atividade antioxidante	3,22±0,12 ^{aA}	3,20±0,06 ^{aA}	3,05±0,19 ^{aAB}	2,81±0,31 ^{aB}	2,82±0,16 ^{aB}
Cacau	Fenólicos totais	3,42±0,04 ^{bA}	3,21±0,03 ^{bAB}	2,96±0,24 ^{bAB}	2,69±0,24 ^{bB}	2,77±0,14 ^{bAB}
	Carotenoides totais	7,88±0,12 ^{aA}	7,60±0,21 ^{aAB}	7,28±0,28 ^{aBC}	7,21±0,11 ^{aC}	7,12±0,06 ^{aC}
	Licopeno	9,22±0,03 ^{bA}	8,71±0,97 ^{bAB}	8,77±0,22 ^{bAB}	8,51±0,24 ^{bAB}	8,34±0,20 ^{bB}
	β -caroteno	7,20±0,03 ^{aA}	7,26±0,49 ^{aA}	6,30±0,21 ^{aB}	6,26±0,21 ^{aB}	6,02±0,09 ^{aB}
	Atividade antioxidante	2,32±0,23 ^{bA}	2,12±0,08 ^{bAB}	1,88±0,12 ^{bBC}	1,59±0,18 ^{bC}	1,62±0,12 ^{bC}
Jarí	Fenólicos totais	1,23±0,04 ^{cA}	1,18±0,07 ^{cA}	1,33±0,35 ^{cA}	1,13±0,03 ^{cA}	1,11±0,02 ^{cA}
	Carotenoides totais	0,45±0,01 ^{bA}	0,41±0,01 ^{bA}	0,29±0,08 ^{bA}	0,26±0,08 ^{bA}	0,24±0,04 ^{bA}
	Licopeno	0,23±0,01 ^{cA}	0,20±0,01 ^{cA}	0,15±0,01 ^{cAB}	0,15±0,04 ^{cAB}	0,09±0,01 ^{cB}
	β -caroteno	0,43±0,01 ^{cA}	0,29±0,11 ^{cA}	0,27±0,08 ^{cA}	0,25±0,07 ^{cA}	0,23±0,03 ^{cA}
	Atividade antioxidante	0,50±0,02 ^{cA}	0,38±0,14 ^{cA}	0,34±0,11 ^{cA}	0,31±0,06 ^{cA}	0,25±0,07 ^{cA}

*Legenda: fenólicos totais (mg EAG/g de extrato), carotenoides totais (μ g/g), licopeno (%), β -caroteno (μ g/100g), atividade antioxidante (SRL%). ⁽¹⁾ Valores expressos em média \pm desvio padrão. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre as cultivares pelo teste de Tukey ($p>0,05$). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre os tempos de armazenamento pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Entre os antioxidantes, os compostos fenólicos têm sido alvo de muitos estudos, devido às suas ações biológicas associadas à prevenção de doenças e ao seu potencial curativo (Croda et al., 2017). Junqueira et al. (2014) encontraram redução na concentração de fenóis solúveis em duas cultivares de mandioca (polpa amarela e branca) durante o armazenamento por 12 dias, no entanto, a cultivar de polpa amarela exibiu níveis mais altos de fenólicos quando comparada a cultivar de polpa branca.

As cultivares BRS 400 e Cacau não se diferiram, ao longo do armazenamento, quanto aos teores de carotenoides totais, que foram superiores aos encontrados na cultivar Jarí (Tabela 1). Ao avaliar as perdas do teor de carotenoides no decorrer do armazenamento, observou-se que para a cultivar BRS

400 houve perdas significativas destes compostos aos 90 dias, as quais se intensificaram aos 135 dias de congelamento. Já para a cultivar Cacau não houve diferença no teor de carotenoides totais das raízes até 45 dias. A cultivar Jarí preservou o teor de carotenoides totais durante os 180 dias de armazenamento (Tabela 1 e Figura 1.B).

Os carotenoides são pigmentos naturais encontrados comumente em vegetais, e sua estrutura molecular é responsável por coloração amarela, alaranjada ou mesmo vermelha desses alimentos. Esses pigmentos reagem com os radicais livres, especialmente em relação aos radicais peróxidos e com o oxigênio molecular, sendo esta a base de sua ação como agente antioxidante (Silva et al., 2014).

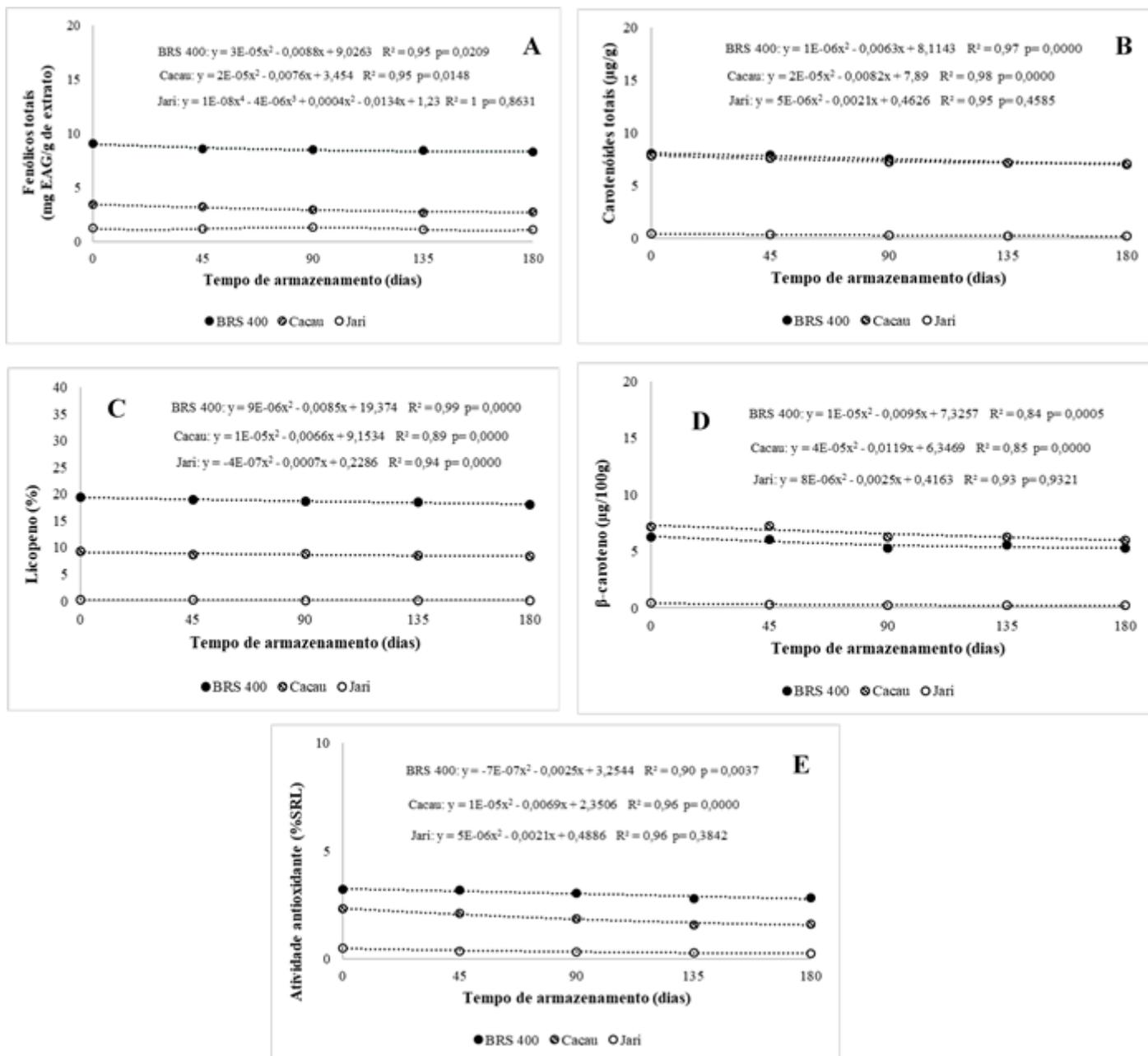


Figura 1. Análise de regressão linear entre fenólicos totais (A), carotenóides totais (B), licopeno (C), β-caroteno (D), atividade antioxidante (E) e o tempo de armazenamento de 0, 45, 90, 135 e 180 dias. Equação da reta e valores de R e de p para cada relação.

Junqueira et al. (2014) analisaram a cada três dias, cultivares minimamente processadas de mandioca Cacau (polpa branca) e Amarela (polpa amarela), refrigeradas a 5 °C durante um período total de 12 dias e observaram que a concentração de carotenóides totais foram significativamente superior nos palitos da mandioca da cultivar Amarela e que o teor de carotenóides diminuíram durante todo o período de armazenamento refrigerado para ambas as

cultivares. Segundo os autores, a degradação dos carotenóides pode ter ocorrido devido ao estresse oxidativo sofrido pela mandioca em função da exposição do tecido ao oxigênio, devido ao corte (Junqueira et al., 2014).

Segundo Carvalho et al. (2012), a presença de maiores teores de carotenóides totais em raízes de mandioca de coloração rosada, em relação às de

coloração amarela e creme se deve ao fato de acumularem licopeno e β -caroteno em suas raízes.

Quanto aos teores de licopeno, estes diferiram significativamente entre as três cultivares. A cultivar BRS 400 apresentou valores significativamente superior de licopeno quando comparada às demais cultivares, considerando todo o decorrer da estocagem (Tabela 01). A cultivar Jari apresentou os menores valores médios de licopeno. O congelamento preservou os teores de licopeno de todas as cultivares por 135 dias de armazenamento, já que não foi observada diferença estatística significativa a um nível de probabilidade de 5% (Tabela 1 e Figura 1.C).

O congelamento não alterou as concentrações de licopeno em nenhuma das cultivares, durante os 135 dias de armazenamento, contrariando o exposto por Jacques et al (2010) que ressaltaram que a perda de licopeno durante o congelamento à sua estrutura que contém onze ligações conjugadas e duas ligações duplas não conjugadas, sendo considerado como o carotenoide que possui uma das maiores capacidades sequestrantes do oxigênio singlete, repercutindo na sua grande degradação ao longo do armazenamento.

Quanto aos teores de β -caroteno, a cultivar Cacau apresentou valores significativamente superiores às demais cultivares considerando todos os tempos de armazenamento (Tabela 1). Já a cultivar Jari apresentou os menores valores médios. Ao avaliar as perdas de β -caroteno ocorridas no decorrer do armazenamento, observou-se que para as cultivares BRS 400 e Cacau, este composto se manteve inalterado apenas durante 45 dias de congelamento, mostrando que o congelamento não impede totalmente os processos degradativos, que ocorrem principalmente após a injúria do tecido e corte da raiz (Gonçalves et al., 2019). Já para a cultivar Jari, o teor de β -caroteno não foi alterado significativamente durante os 180 dias de congelamento (Tabela 1 e Figura 1.D).

Os carotenoides e os compostos fenólicos são compostos susceptíveis à degradação por oxidação, que pode ser influenciada pela presença de oxigênio, luz, calor e íons metálicos (Campos et al, 2008). Os autores Machado et al. (2019) explicam que as perdas dos carotenoides se devem à oxidação enzimática, logo após a ruptura das estruturas celulares, e não enzimática, caracterizada por uma fase lag, seguida de um decréscimo destes compostos.

Os carotenoides apresentam importância na alimentação humana pelos benefícios do β -caroteno

como precursor da vitamina A, no combate a cegueira noturna, distúrbios de crescimento e dificuldade de aprendizagem, e do licopeno como antioxidante, no combate ao envelhecimento precoce e na prevenção do câncer de próstata (Silva et al., 2014).

De acordo com os resultados da avaliação do percentual de sequestro de radicais livres, houve diferença estatística significativa entre todas as amostras no decorrer do armazenamento, sendo os valores médios superiores na cultivar BRS 400 (Tabela 1). A cultivar Jari apresentou valores médios significativamente inferiores. A avaliação da influência do tempo de congelamento mostrou que não houve alteração nos percentuais de atividade antioxidante por 90 dias para a cultivar BRS 400 e por 45 dias para a cultivar Cacau. A cultivar Jarí não apresentou redução significativa no percentual de atividade antioxidante no decorrer dos 180 dias de armazenamento (Tabela 1 e Figura 1.E).

De acordo com Hoffmann et al. (2017) as variações na atividade antioxidante e nos teores de compostos bioativos podem ser atribuídas às reações de oxidação que ocorrem durante o processamento e estocagem, dada a instabilidade de alguns compostos bioativos.

Além disso, Silva et al. (2014) sugeriram que as alterações no teor de compostos bioativos durante o armazenamento sob congelamento decorrem de processos complexos, os quais são influenciados por diversos fatores, tais como matriz alimentar e composição química, os quais afetam a concentração desses compostos de forma inconsistente.

CONCLUSÃO

A cultivar com coloração da polpa rosa (BRS 400) se destacou dentre as demais por apresentar valores elevados de compostos fenólicos e licopeno, enquanto a cultivar de polpa amarela (BRS Cacau) apresentou maiores teores de betacaroteno.

A cultivar de polpa branca (BRS Jarí) apresentou os menores teores de todos os compostos bioativos, menor atividade antioxidante, no entanto, ao longo do armazenamento não apresentou perdas significativas decorrentes do congelamento.

As três cultivares de mandioca não apresentaram perdas significativas de todos os compostos bioativos e na atividade antioxidante até 45 dias,

Os teores de carotenoides totais e betacaroteno das cultivares BRS 400 e BRS Cacau

foram os compostos que sofreram maior influência do tempo de armazenamento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campos, F.M.; Martino, H.S.D.; Sabarense, C.M.; Pinheiro-Sant'ana & H.M (2008). Estabilidade de compostos antioxidantes em hortaliças processadas: uma revisão. **Alimentos e Nutrição**, 19(4): 481-490.
- Carvalho, A.V.; Abreu L.F. & Cunha, E.F.M. (2018). **Características físico-químicas e aceitação sensorial de genótipos de macaxeiras cultivadas no Estado do Pará**. Série Documentos (Embrapa Amazônia Oriental), 125:1-19.
- Carvalho, A.V.; Seccadio, L.L.; Souza, T.C.L.; Ferreira, T.F. & Abreu, L.F. (2011). **Avaliação físico-química e sensorial de mandioca pré-processada armazenada sob congelamento**. Boletim do CEPPA, 29(2): 223-228.
- Carvalho, L.M.J.; Oliveira, A.R.G.; Godoy, R.L.O.; Pacheco, S.; Nutti, M.R.; Carvalho, J.L.V.; Pereira, E.J. & Fukunda, W.G (2012). Retention of total carotenoid and β -carotene in yellow sweet cassava (*Manihot esculenta* Crantz) after domestic cooking. **Food & Nutrition Research**, 56:15788, doi: 10.3402/fnr.v56i0.15788.
- Castro, J. C., Pretes, N. S., Franco, A. L. C., Silva, A. B. da., Pequeno, M. G., Hora, R. C. da & Moritz, C. M. F. (2024). Evaluation of the shelf life of minimally processed cassava treated with antioxidant solution and edible cassava starch-based film. **Uningá Review**, 39, eURJ4642. <https://doi.org/10.46311/2178-2571.39.eURJ4642>
- Croda, M.F; Carvalho, D.; Fraga, S.; Espindola, J.S. & Moura, N.F. de (2017). Compostos bioativos em suco misto de *Euterpes edulis* e *Bunchosia glandulífera*. **Brazilian Journal of Food Technology**, 20:1-7, doi: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.14716>.
- Ferreira, D.F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, 35:1039-1042, doi: 10.1590/S1413-70542011000600001.
- Freire, J.M.; Abreu, C.M.P.; Rocha, D.A.; Corrêa, A.D. & Marques, N.R. (2013). Quantificação de compostos fenólicos e ácido ascórbico em frutos e polpas congeladas de acerola, caju, goiaba e morango. **Ciência Rural**, 43(12): 2291-2296, doi: 10.1590/S0103-84782013005000132
- Gonçalves, N.B.; Portari, G.V. & Jordão, A.A. (2019). Quantificação de compostos antioxidantes em frutos in natura e polpa congelada. **Journal of the Health Sciences Institute**, 37(1):73-76.
- Hoffmann, J.F.; Zandoná, G.P.; Santos, P.S.; Dallmann, C.M.; Madruga, F.B.; Rombaldi, C.V. & Chaves, F.C. (2017). Stability of bioactive compounds in butiá (*Butia odorata*) fruit pulp and nectar. **Food Chemistry**, 237:638-644, doi: 10.1016/j.foodchem.2017.05.154.
- Jacques, A.C.; Pertuzatti, P.B.; Barcia, M.T.; Zambiasi, R.C. & Chim, J.F (2010). Estabilidade de compostos bioativos em polpa congelada de amora-preta (*Rubus fruticosus*) cv. Tupy. **Química Nova**, 33(8):1720-1725, doi: 10.1590/S0100-40422010000800019.
- Junqueira, M.S; Simões, A.N; Sediya, T.; Côrrea, P.C.; Puschmann, R (2014). Biochemical and bioactive phyto nutrients changes in tissues of two cultivars of fresh-cut cassava in stick form under refrigerated storage. **Ciência Rural**. 44(7):1284-1290, doi:10.1590/0103-8478cr20120141.
- Machado, T.F.; Monteiro, E.R. & Tiecher, A (2019). Chemical, physicochemical and antioxidant stability of freezing pasteurized and unpasteurized pulp. **Brazilian Journal of Food Technology**, 22:e2017149, doi: 10.1590/1981-6723.14917.
- Nachbar, L. de A., Tiago, A. V., Hoogerheide, E. S. S., & Rossi, A. A. B. (2024). Conservação on farm da mandioca em assentamentos do norte do Estado do Mato Grosso, Brasil. *Observatório de La Economía Latinoamericana*, 22(12), e8051. <https://doi.org/10.55905/oelv22n12-026>
- Rinaldi, M.M., Vieira, E.A., Fialho, J.F., & Malaquias, J.V. (2015). Effect of different freezing forms on cassava roots. **Revista Brazilian Journal of Food Technology**, 18(2):93-101.
- Rufino, M.S.M.; Fernandes, F.A.N.; Alves, R.E.; & Brito, E.S. (2009). Free radical-scavenging by

our of some north-east Brazilian fruits in a DPPH system. **Food Chemistry**, 114(2):693-695, doi: 10.1016/j.foodchem.2008.09.098.

Santos Neto, J. P. dos, Souza, G. H. S., Oliveira, M. M. R. de, Silva, F. E. R. da, Silva, A. F. da S. e, Silva, C. R. da, Campos, P. S. da S., Santos, M. A. S. dos, Silva, J. N. da, Silva, V. F. A., & Silva, P. A. (2024). Fortalecimento da cadeia produtiva da mandioca através do desenvolvimento de novos produtos. **Observatório de La Economía Latinoamericana**, 22(12), e8358. <https://doi.org/10.55905/oelv22n12-214>

Silva, K.N.; Vieira, E.A.; Fialho, J.F.; Carvalho, L.J.C. & Silva, M.S. Agronomic potential and carotenoid contents within cassava storage roots. (2014). **Ciência Rural**, 44(8):1348-1354, doi: 10.1590/0103-8478cr20130606

Souza, G. H. S., Oliveira, M. M. R. de, Fugioka, S. N., Silva, F. E. R. da, Silva, A. F. da S. e, Silva, C. R. da, Silva, J. N. da, Silva, V. F. A., Santos, M. A. S. dos, & Silva, P. A. (2024). Valoração da cadeia da

mandiocultura através da caracterização do plantio. **Revista Delos**, 17(61), e2577. <https://doi.org/10.55905/rdelosv17.n61-044>

Stanaway, J. D.; Afshin, A.; Ashbaugh, ; Bisignano, C.; Brauer, M.; Ferrara, G.; Garcia, V.; Haile, .; Hay, S. I.; He, J.; Iannucci, V.; Lescinsky, H.; Mullany, E. C.; Parent, M. C.; Serfes, A. L.; Sorensen, R. J. D.; Aravkin, A. Y.; Zheng, P.; Murray, C. J. L. (2025). Health effects associated with vegetable consumption: a Burden of proof study. **Nature Medicine**, v. 28, p. 2066-2074, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41591-022-01970-5>.

Waterhouse, A.L.; Wrolstad, R.E.; Acree, T.E.; An, H.; Decker, E.A.; Penner, M.H.; Reid, D.S.; Sporns, P.; Schwartz, S.J. & Shoemaker, C.F. (2002). **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**, New York: John Wiley & Sons Inc.

Zscheile, F.P.; Porter, J.W. (1947). Analytical methods for carotenes of lycoper sicon species and strains. **Analytical Chemistry**, 19(1):47-51.