



ELANO PINHEIRO PEREIRA

**IMPACTO DA CURA NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE
BATATA-DOCE 'BLESBOK'**

LAVRAS-MG

2024

ELANO PINHEIRO PEREIRA

**IMPACTO DA CURA NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE BATATA-DOCE
'BLESBOK'**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

Orientador

Dr.^a Lucimeire Pilon

Coorientadora

LAVRAS-MG

2024

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Pereira, Elano Pinheiro.

Impacto da cura na qualidade pós-colheita de batata-doce
'Blesbok' / Elano Pinheiro Pereira. - 2024.
85 p.

Orientador(a): Eduardo Valério de Barros Vilas Boas.

Coorientador(a): Lucimeire Pilon.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. Batata-doce. 2. Cura. 3. Pós-colheita. I. Vilas Boas, Eduardo
Valério de Barros. II. Pilon, Lucimeire. III. Título.

ELANO PINHEIRO PEREIRA

**IMPACTO DA CURA NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE BATATA-DOCE
'BLESBOK'**

**IMPACT OF CURING ON THE POSTHARVEST QUALITY OF SWEET POTATO
'BLESBOK'**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADO em 04 de junho de 2024.

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas UFLA

Prof.^a Dr.^a Elisângela Elena Nunes Carvalho UFLA

Dr.^a Larissa Pereira de Castro Vendrame Embrapa

Documento assinado digitalmente
 **EDUARDO VALERIO DE BARROS VILAS BOAS**
Data: 22/11/2024 10:05:57-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

Orientador

Dr.^a Lucimeire Pilon

Coorientadora

LAVRAS-MG

2024

*À minha família, que sempre me apoiou durante minha jornada nos estudos e
sempre me proporcionou todo o suporte necessário para chegar até aqui.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), à Embrapa, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro e incentivo à pesquisa.

À minha família, especialmente à minha mãe, Francisca Pinheiro Pereira, e ao meu pai, Ernandes Lopes Pereira, por sempre me apoiarem ao longo dessa caminhada.

Aos meus colegas Gilson, Lorrane, Elídio, Hanna, Rafa, Jefferson, Estefanus, Maria, Vitória, Daiane, Alzira, Vitória Maria, Deusânio e Larissa, pelos ensinamentos e esforços para a realização deste experimento. Aos meus amigos, Ádrian e Lucas, pelo apoio e momentos de descontração. À Fazenda Alvorada, pelo apoio e contribuição para realização desta pesquisa.

À Ingrid, que sempre esteve ao meu lado nos momentos de felicidade e dificuldade e nunca mediu esforços para me ajudar, desempenhando um papel fundamental para a realização deste trabalho.

Ao Professor Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, por sua orientação, apoio e ensinamentos, que contribuíram para minha formação como um melhor profissional.

À minha coorientadora, Lucimeire Pilon, que há tempos me acolheu em seu laboratório e nunca deixou de me ajudar a alcançar meus objetivos.

A todos que fizeram parte desta jornada, agradeço.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

A batata-doce é uma hortaliça cultivada mundialmente e que, nos últimos anos, vem ganhando maior destaque no Brasil. Por outro lado, de forma paralela ao aumento do consumo, produção e exportação dessa cultura no país, observa-se um aumento das perdas durante a etapa de pós-colheita. Para reduzir essas perdas, muitos países optam por adotar o processo de cura, uma prática não difundida no Brasil. Sendo assim, como resposta às demandas da cadeia produtiva de batata-doce brasileira, este trabalho teve como objetivo gerar informações sobre o processo da cura da batata-doce no Brasil, avaliando seus efeitos em relação aos atributos de qualidade da cultivar Blesbok. Para isso, um lote de raízes foi acondicionado em uma unidade de cura ($\approx 29\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 90% U.R.) por sete dias, sendo ao final dessa etapa, armazenado em câmara fria ($\approx 14\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 90% U.R.) por quarenta dias. De forma simultânea, um lote foi destinado diretamente para câmara fria, sem passar pela unidade de cura. Foram realizadas análises um dia após a colheita (T0), no quarto (C4), quinto (C5), sexto (C6) e sétimo (C7) dia após o início da cura, e no vigésimo (A20) e quadragésimo (A40) dia após o fim da cura. Durante o período de cura, no geral, quando comparadas às raízes não curadas, as raízes curadas apresentaram menores valores de L^* e $^{\circ}\text{h}$ e maiores valores de açúcares totais, açúcares não redutores, atividade antioxidante (fosfomolibdênio), ácido *trans*-cinâmico e deposição de suberina. Sendo que, para atividade da enzima fenilalanina amônia liase, quando comparados os tratamentos, as raízes curadas apresentaram uma maior atividade em C6 e menor em C7. Entretanto, a cura, durante os sete dias do processo, não promoveu alterações significativas nas variáveis perda de massa, firmeza, C^* , açúcares redutores, fenólicos totais e atividade antioxidante (ABTS⁺). Em relação ao período de armazenamento refrigerado, as raízes curadas apresentaram menores valores de L^* (C7 e A20) e perda de massa, e maiores valores de açúcares totais, açúcares não redutores e deposição de suberina, não sendo observadas diferenças entre os tratamentos para firmeza, C^* , $^{\circ}\text{h}$, fenólicos totais, atividade antioxidante e atividade da enzima fenilalanina amônia-liase. As fotos obtidas com o uso da microscopia eletrônica de varredura permitiram acompanhar o processo de degradação do amido, o que confirmou os resultados obtidos nas análises de açúcares. Além disso, após vinte dias de armazenamento, as raízes destinadas diretamente para câmara fria apresentaram sinais de infecção por microrganismos, enquanto as raízes curadas permaneceram saudáveis. A aplicação do processo de cura preservou a qualidade pós-colheita da cultivar de batata-doce Blesbok, favorecendo seu aspecto visual, vida útil e atributos de qualidade.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas* (L.) Lam; conservação; açúcares; microscopia.

ABSTRACT

Sweet potato is a globally cultivated vegetable that has gained greater prominence in Brazil in recent years. Simultaneously with the increase in consumption, production, and exportation of this crop in the country, losses during the postharvest stage have also increased. Many countries choose to adopt the curing process, a practice not used for sweet potato in Brazil to reduce these losses. Therefore, in response to the demands of the Brazilian sweet potato production chain, this study aimed to generate information about the sweet potato curing process in Brazil, evaluating its effects on the quality attributes of the cultivar Blesbok. A batch of roots was placed in a curing unit ($\approx 29\text{ }^{\circ}\text{C}$ and 90% RH) for seven days, and at the end of this stage, it was stored in a cold chamber ($\approx 14\text{ }^{\circ}\text{C}$ and 90% RH) for forty days. Simultaneously, another batch was directly placed into the cold chamber without undergoing the curing unit. Analyses were performed one day after harvest (T0), on the fourth (C4), fifth (C5), sixth (C6), and seventh (C7) days after the beginning of curing, and on the twentieth (A20) and fortieth (A40) days after the end of curing. During the curing period, overall, when compared to non-cured roots, the cured roots showed lower L^* and $^{\circ}\text{h}$ values and higher values of total sugars, non-reducing sugars, antioxidant activity (phosphomolybdenum), *trans*-cinnamic acid, and suberin deposition. Regarding the activity of the enzyme phenylalanine ammonia-lyase, when compared the treatments, cured roots showed higher activity on C6 and lower activity on C7. However, during the seven days of the curing process, no significant changes were observed in weight loss, firmness, C^* , reducing sugars, total phenolics and antioxidant activity (ABTS $^{+}$). Regarding days of refrigerated storage, the cured roots showed lower L^* values (C7 and A20) and mass loss, and higher values of total sugars, non-reducing sugars and suberin deposition, whereas no differences were observed between treatments for firmness, C^* , $^{\circ}\text{h}$, total phenolics, antioxidant activity, and phenylalanine ammonia-lyase enzyme activity. Scanning electron microscopy images enabled the monitoring of the starch degradation process, which aligned with the results obtained in the sugar analyses. Additionally, after twenty days of storage, roots directly placed into the cold room showed signs of microbial infection, whereas the cured roots remained healthy. The application of the curing process preserved the postharvest quality of the 'Blesbok' sweet potato, favoring its appearance, shelf life, and quality attributes.

Keywords: *Ipomoea batatas* (L.) Lam; conservation; sugars; microscopy.

INDICADORES DE IMPACTO

A cura da batata-doce, técnica amplamente utilizada em países do Hemisfério Norte, promove melhor qualidade e maior durabilidade pós-colheita das raízes, por meio da cicatrização de lesões. Considerando-se a relevância econômica e social da batata-doce no Brasil, as significativas perdas pós-colheita e a carência de informações sobre o comportamento de genótipos brasileiros submetidos ao processo de cura, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos desse processo sobre variáveis físicas e químicas da cultivar Blesbok, a mais cultivada no país. A pesquisa foi planejada e executada, em parceria, pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a Universidade Federal de Lavras (UFLA). Os resultados demonstraram que a cura impactou positivamente a qualidade das raízes, melhorando seu aspecto visual e agregando valor ao produto. Após 40 dias de armazenamento refrigerado, as raízes curadas apresentaram 11,73% de açúcares totais, enquanto as raízes não curadas apresentaram apenas 10,57%, tornando as curadas mais doces e atraentes ao consumidor. Além disso, observou-se que, ao final do período de armazenamento refrigerado, as raízes curadas apresentaram perda de massa 41% menor em relação às não curadas, favorecendo a comercialização com base na massa, o que pode contribuir para o aumento da rentabilidade dos produtores e comerciantes. O armazenamento também revelou que as raízes não curadas sofreram infestação por fungos, enquanto as curadas permaneceram saudáveis, reduzindo perdas pós-colheita, minimizando prejuízos financeiros e auxiliando no combate à fome. Esses resultados demonstram o potencial da cura para beneficiar toda a cadeia produtiva, promovendo avanços tecnológicos, aumento da eficiência econômica e fornecimento de alimentos de maior qualidade para a população. Alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, este trabalho contribui especialmente para os objetivos de fome zero, saúde e bem-estar, trabalho decente e crescimento econômico, além de impacto direto na sustentabilidade e segurança alimentar no território brasileiro.

IMPACT INDICATORS

Sweet potato curing, a technique widely used in countries of the Northern Hemisphere, promotes better quality and extended shelf life to roots, through the healing of injuries. Given the economic and social importance of sweet potato in Brazil, the significant post-harvest losses, and the lack of information on the behavior of Brazilian genotypes subjected to curing, this study aimed to evaluate the effects of this process on the physical and chemical variables of the Blesbok cultivar, the most widely cultivated in the country. This research was carried out, in partnership, by the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa) and the Federal University of Lavras (UFLA). The results showed that curing positively impacted root quality, improving their visual appearance and adding value to the product. After 40 days of refrigerated storage, cured roots exhibited a total sugar content of 11.73%, while uncured roots showed only 10.57%, making the cured roots sweeter and more appealing to consumers. Furthermore, by the end of the refrigerated storage period, cured roots had 41% less weight loss compared to uncured ones, enhancing their marketability based on mass, which could contribute to greater profitability for producers and sellers. Storage also revealed that uncured roots suffered from fungal infestation, while cured roots remained healthy, reducing post-harvest losses, minimizing financial damage, and aiding in combating hunger. These findings highlight the potential to benefit the entire production chain by promoting technological advancements, improving economic efficiency, and providing higher-quality food to the population. Aligned with the United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs), this study contributes particularly to the goals of zero hunger, good health and well-being, decent work and economic growth, while also having a direct impact on sustainability and food security across Brazil.

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	12
1	INTRODUÇÃO GERAL	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	A batata-doce	14
2.2	Valor nutricional, potencial funcional e consumo	16
2.2.1	Compostos bioativos	18
2.3	Mercado e importância econômica	21
2.4	Perdas pós-colheita.....	23
2.5	Manejo pós-colheita da batata-doce	26
2.5.1	Cura.....	28
2.6	O processo de cura no Brasil	32
	REFERÊNCIAS	34
	SEGUNDA PARTE - ARTIGO.....	46
	ARTIGO - IMPACTO DA CURA NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE BATATA-DOCE ‘BLESBOK’	46
1	INTRODUÇÃO.....	49
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	51
2.1	Plantio, colheita e manuseio pós-colheita.....	51
2.2	Análises	52
2.2.1	Avaliação Visual.....	52
2.2.2	Perda de massa.....	52
2.2.3	Cor.....	52
2.2.4	Açúcares redutores, não redutores e totais	52
2.2.5	Firmeza	53
2.2.6	Amido e parede celular	54
2.2.7	Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante	54

2.2.8	Fenilalanina amônia-liase.....	55
2.2.9	Ácido <i>trans</i> -cinâmico	56
2.2.10	Deposição de suberina.....	57
2.3	Estatística.....	57
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
4	CONCLUSÃO.....	79
	REFERÊNCIAS	80

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO GERAL

A batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] é uma hortaliça de fácil cultivo e alto valor nutricional produzida e consumida em diversos países (FAOSTAT, 2024). Os principais produtos dessa planta são suas raízes de reserva, que podem variar em relação a diversos atributos, como tamanho, formato, cor (polpa e casca) e valor nutricional. É tida como um alimento rico em fibras alimentares e carboidratos, que compõem a maior parte da matéria seca (TBCA, 2023). Além disso, a depender da cor de sua polpa, pode ser considerada um alimento rico em compostos bioativos, que contribuem na prevenção e tratamento de diversas doenças.

Nos últimos anos, essa cultura ganhou uma maior visibilidade no Brasil (IBGE, 2011, 2020), motivo esse relacionado, principalmente, aos seus impactos na saúde, ganhando assim um lugar de destaque, estando hoje presente na mesa de muitos brasileiros. Isso influenciou diretamente a produção, exportação e consumo dessa hortaliça, que apresentaram um crescimento expressivo nos últimos anos (FAOSTAT, 2024; IBGE, 2024). Em contrapartida, também foram observados aumentos nas perdas durante a etapa de pós-colheita para essa hortaliça (FAOSTAT, 2024), que podem ser ocasionados por diversos fatores como, condições inadequadas de transporte e armazenamento, infestações por patógenos e, principalmente, danos mecânicos.

Como forma de se contornar essa dificuldade muitos países optam por adotar o processo de cura, em que as batatas-doces são submetidas a um ambiente controlado com o intuito de cicatrizar suas lesões. Essa técnica contribui para uma maior durabilidade das raízes, promovendo também a manutenção de seus atributos de qualidade, como sabor e aroma. Porém, mesmo não sendo uma técnica recente, a cura não é aplicada no Brasil. Todavia, com o aumento crescente da produção e exportação, associadas a um aumento das perdas, faz-se necessária a implementação dessa prática.

Neste trabalho, foi realizada uma revisão de literatura dando enfoque à importância da cultura da batata-doce, bem como o papel da cura no cenário da pós-colheita dessa hortaliça. Adicionalmente, implementou-se um experimento em que a cultivar de batata-doce Blesbok, a mais plantada e consumida no Brasil, foi submetida

ao processo de cura, sendo realizadas avaliações quanto sua qualidade durante e após esse processo, a fim de se verificar o impacto da cura em relação aos atributos de qualidade das raízes. Ressalta-se que a falta de informações a respeito dos efeitos da aplicação da cura durante a pós-colheita de variedades de batata-doce brasileiras evidenciam o caráter pioneiro deste estudo. Da mesma forma, a necessidade de se encontrar uma solução para reduzir as perdas de batatas-doces produzidas no Brasil denotam a importância deste trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A batata-doce

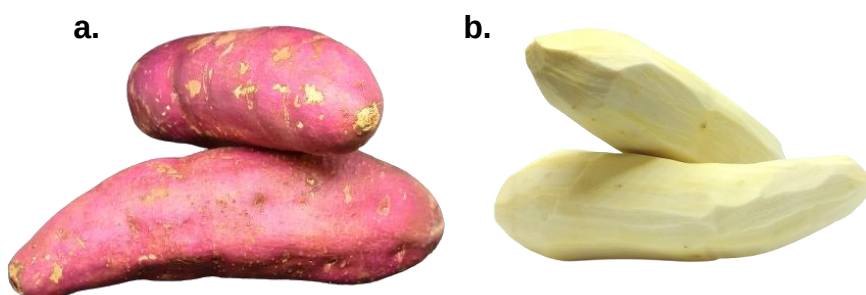
A batata-doce é uma hortaliça dicotiledônea, pertencente à família Convolvulaceae, que está presente em mais de 100 países (Alam, 2021; Huang; Sun, 2000; Ji *et al.*, 2022; Sánchez *et al.*, 2019). Assume-se que seja originária da América do Sul e Central, com evidências de seu uso em cavernas do Peru há mais de dez mil anos (AJAP, 2017; Rossel; Kriegner; Zhang, 2000). Estudos apontam que por volta do ano mil antes de Cristo, a batata-doce começou a se espalhar, se estendendo até o México. Somente no início do século 16 foi levada para a Europa e, ao final do mesmo século, chegou à Índia, China e África, por meio de exploradores europeus (Rossel; Kriegner; Zhang, 2000; Stathers; Low, 2018).

É uma cultura de ampla adaptabilidade climática, capaz de apresentar resistência aos estresses bióticos e abióticos, de fácil manutenção, que pode ter uma alta produtividade em um curto espaço de tempo e passível de produção em pequena e larga escala (Aguirre *et al.*, 2020; Amaro *et al.*, 2019; Castro; Oliveira; Becker, 2017; Yan *et al.*, 2016). Essas características permitiram a batata-doce a ser cultivada em diversos países, além daqueles de clima tropical, onde melhor se desenvolve, como os do continente Europeu e Norte Americano (Galvao *et al.*, 2021).

Essa espécie possui uma grande diversidade, podendo variar em relação a características morfológicas, como tamanho e formato das raízes e folhas, coloração das folhas, polpa e casca das raízes, e agronômicas, como precocidade, produtividade e resistência a estresses (Basílio *et al.*, 2022; Melo *et al.*, 2021; Simões *et al.*, 2020). Essa grande variabilidade está relacionada, principalmente, ao fato de os indivíduos dessa espécie serem hexaplóides ($2n = 6x = 90$) (Azevedo *et al.*, 2015; Muñoz-Rodríguez *et al.*, 2022), além da presença de um mecanismo genético que causa autoincompatibilidade, levando à polinização cruzada e, por consequência, plantas com diferentes características (Amoanimaa-Dede *et al.*, 2020; Basílio *et al.*, 2022; Sihachakr; Ducreux, 1987; Srisuwan; Sihachakr; Siljak-Yakovlev, 2006; Valadares *et al.*, 2022). Somado a sua predisposição a uma alta variabilidade natural, programas de melhoramento genético vêm apresentando grandes avanços nos desenvolvimentos de novas cultivares com características genéticas desejáveis, como produtividade e qualidade das raízes (Alam *et al.*, 2024).

Atualmente, existem 52 cultivares de batata-doce registradas no Brasil (MAPA, 2024). Dentre essas, a cultivar Blesbok (Nº de registro 54198) (Figura 1), comumente chamada pelos agricultores de “Canadense”, se destaca (Basílio *et al.*, 2022). Essa cultivar foi desenvolvida pelo instituto de pesquisa de hortaliças e plantas ornamentais em Roodeplaat (África do Sul), sendo atualmente o genótipo mais plantado do país, caracterizado por possuir polpa branca/creme, casca arroxeada, raízes de formato alongado, resistência a algumas pragas, como os nematoides *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne enterolobii*, relativa precocidade e uma boa produtividade e aceitação comercial, podendo ser destinada tanto para a indústria quanto para o consumo em mesa (Bester; Berg; Plooy, 1991; Golla *et al.*, 2010; Mello *et al.*, 2022; Vieira *et al.*, 2023).

Figura 1 - Cultivar de batata-doce Blesbok com (a) e sem casca (b).



Fotos: Do autor (2023).

As raízes, folhas e hastes dessa cultura podem ser utilizadas para consumo (humano e animal), sendo que esses órgãos possuem uma composição variável de nutrientes, compostos bioativos, não nutrientes e compostos anti-nutricionais (Nguyen *et al.*, 2021; Wang; Nie; Zhu, 2016). Salienta-se, porém, que a raiz de reserva da batata-doce é o produto da planta de maior interesse comercial (Alam, 2021; Ji *et al.*, 2022; Pinto *et al.*, 2021). As características nutricionais das raízes as tornam um atrativo para os consumidores, já que são excelentes fontes de nutrientes e antioxidantes, atuando como agentes promotores da saúde (Lee *et al.*, 2012; Kim *et al.*, 2021; Ji *et al.*, 2022).

2.2 Valor nutricional, potencial funcional e consumo

A busca por alimentos que possuam um alto valor nutricional, ricos em compostos bioativos e que possuam sabores agradáveis, vem crescendo, refletindo a maior preocupação dos consumidores em buscar alimentos que proporcionem efeitos benéficos à saúde (Campos; Pilon; Melo, 2021; Granato *et al.*, 2018; Lafia *et al.*, 2020; Vargas *et al.*, 2018). Entre esses alimentos está a batata-doce, uma hortaliça versátil que pode ser consumida de diversas maneiras (assada, frita, cozida, desidratada ou processada) e altamente recomendada para aqueles que buscam uma alimentação mais saudável (Ferreira; Lima; Sánchez, 2021; Lima *et al.*, 2023; Wang; Nie; Zhu, 2016).

As batatas-doces frescas sem casca apresentam, em média, teor de umidade de 67,1%, proteína de 1,78%, lipídeos de 0,23%, fibras alimentares de 3,17%, cinzas de 2,24% e carboidratos de 25,5% (TBCA, 2023). É importante ressaltar que esses valores podem variar de acordo com a cultivar, condições antes, durante e após o armazenamento, metodologia de quantificação e processamento (Anastácio; Carvalho, 2013; Hou *et al.*, 2019; Wang; Nie; Zhu, 2016).

A classificação do índice glicêmico é uma abordagem utilizada para avaliar como os alimentos que contêm carboidratos influenciam os níveis de glicose após sua ingestão (Bodjrenou *et al.*, 2023). Estudos mostram que alimentos com alto índice glicêmico estão associados a um maior risco do desenvolvimento de doenças como diabetes (Bhupathiraju *et al.*, 2014), doenças coronárias (Dong *et al.*, 2012), câncer de mama (Mullie *et al.*, 2016) e complicações relacionadas à obesidade (Schwingshackl; Hoffmann, 2013). Por serem consideradas alimentos de baixo índice glicêmico (em torno de 55), as batatas-doces são tidas como uma excelente fonte de energia. Por esse motivo, são bastante valorizadas por pessoas que praticam atividade física e recomendadas para pessoas com diabetes ou pré-diabetes (Kim *et al.*, 2021; Menon; Padmaja; Sajeev, 2015; Pinheiro *et al.*, 2020; Vargas *et al.*, 2018).

Os carboidratos, compostos majoritários na matéria seca, reúnem açúcares e amido, fontes de energia para os seres humanos, e polissacarídeos da parede celular, que compõem a fração fibra. Entre os açúcares encontrados na batata-doce, a sacarose, a maltose, a glicose e a frutose são os principais responsáveis pela sua doçura (Storey, 2007; Wang; Nie; Zhu, 2016). As fibras alimentares das batatas-doces, compostas por cerca de 50% de fibras solúveis, são reconhecidas por seus

efeitos benéficos à saúde, atuando na modulação da microbiota intestinal, controle da diabetes, redução da absorção do colesterol no intestino, prevenção de doenças cardiovasculares, além de estimular o trânsito intestinal, o que pode facilitar a perda de peso (Ferreira; Lima; Sánchez, 2021; Liu *et al.*, 2021; Mu *et al.*, 2017; Mullin; Rosa; Reynolds, 1994). Devido à sua baixa concentração de proteínas e lipídeos, a batata-doce não pode ser considerada fonte significativa desses nutrientes.

A demanda pela batata-doce tem crescido significativamente no Brasil (IBGE, 2024). Dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (IBGE, 2011, 2020) revelam que o consumo médio *per capita* de batata-doce (em gramas por dia) aumentou entre os anos de 2008-2009 e 2017-2018, independentemente do gênero, faixa etária, rendimento e localização do consumidor (TABELA 1).

Tabela 1 - Consumo alimentar médio *per capita* (g/dia) de batata-doce no Brasil, por sexo, faixa etária, situação do domicílio, quartos de rendimento total *per capita* e região nos períodos de 2008-2009 e 2017-2018.

Categoria	Grupo	2008-2009	2017-2018	Aumento do consumo (%)
Sexo	Homem	2,6	6,9	165,38
	Mulher	2,3	6,3	173,91
Faixa etária	Adolescente	1,9	4,2	121,05
	Adultos	2,6	6,8	161,54
	Idosos	2,8	8,5	203,57
Situação do domicílio	Urbano	2,1	6,2	195,24
	Rural	4,3	9,1	111,63
Quartos de rendimento total <i>per capita</i>	1º quarto	2,9	5,2	79,31
	2º quarto	3,0	6,7	123,33
	3º quarto	1,8	7,7	327,78
	4º quarto	2,0	7,1	255,00
Região	Norte	0,2	3	1.400,00
	Nordeste	5,9	12,9	118,64
	Sudeste	0,9	3,1	244,44
	Sul	2,5	7,9	216,00
	Centro-Oeste	1,2	5,1	325,00

Fonte: IBGE (2011, 2020).

Para as categorias “Sexo”, “Faixa etária”, “Situação do domicílio” e “Região”, os grupos “Homem”, “Idosos”, “Rural” e “Nordeste” continuaram sendo os principais consumidores, porém, para “Quartos de rendimento *per capita*” houve uma inversão de consumo. Nos anos de 2008-2009 o consumo de batata-doce predominava entre os estratos de renda mais baixos (1º e 2º), porém em 2017-2018 foi observado um

maior consumo nos estratos de renda mais altos (3° e 4°). Essa inversão pode indicar que o consumo de batata-doce, antes visto como apenas mais um alimento para o suprimento de calorias básicas, esteja migrando para um consumo voltado a busca de uma alimentação mais saudável (Campos; Pilon; Melo, 2021; Ferreira, 2021).

Além da demanda por parte de pessoas que buscam melhorar suas dietas, a batata-doce também tem sido incluída em projetos de segurança alimentar por todo o mundo (Ilese *et al.*, 2018; Lima *et al.*, 2023; Wang; Nie; Zhu, 2016). Devido às suas características agronômicas e nutricionais, essa raiz tem sido um alimento essencial em muitos locais onde as condições são desfavoráveis para o cultivo de outros alimentos, como em regiões onde o clima dificulta o crescimento de muitas culturas de subsistência e em países em períodos de crise, onde há escassez de alimentos por conta de desastres naturais ou guerras (Alam, 2021; Fonseca *et al.*, 2021; Ilese *et al.*, 2018; Yan *et al.*, 2016).

Adicionalmente aos benefícios nutricionais e características sensoriais, a batata-doce tem conquistado popularidade em função de suas cores atraentes (Neela; Fanta, 2019). Essas cores são resultado da presença de pigmentos que, além de contribuírem com os atributos sensoriais das raízes, possuem propriedades bioativas, resultando em benefícios para a saúde (Anastácio; Carvalho, 2013; Galvao *et al.*, 2021; Grace *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2019; Simões *et al.*, 2020; Wang; Nie; Zhu, 2016).

2.2.1 Compostos bioativos

Em meio a grande diversidade de batatas-doces, podem ser encontradas raízes com polpas de coloração branca, creme, amarela, laranja e roxa (Sanchez *et al.*, 2020; Wang; Nie; Zhu, 2016; Zhu; Wang, 2014), sendo que cada uma delas possui uma série de compostos bioativos que podem variar em concentração e ter influência direta na coloração da polpa da raiz (Ferreira; Lima; Sánchez, 2021; Truong *et al.*, 2007; Wang; Nie; Zhu, 2016;). Dentre os compostos bioativos mais presentes nas batatas-doces destacam-se os (poli)fenóis, terpenoides, taninos, saponinas, glicosídeos, alcaloides e fitoesteróis (Laveriano-Santos *et al.*, 2022).

Batatas-doces de polpa creme, amarela e laranja (Figura 2) são ricas em compostos fenólicos e carotenoides, pigmentos responsáveis pela coloração vermelha, laranja e amarela. O beta-caroteno, precursor da vitamina A, é o carotenoide mais abundante naquelas de polpa alaranjada (5,9 a 12,9 mg 100 g⁻¹),

representando cerca de 99% dos carotenoides totais (Donado-Pestana *et al.*, 2012; Vimala; Nambisan; Hariprakash, 2011; Wang; Nie; Zhu, 2016). Todavia, carotenoides como a luteína e zeaxantina também podem ser encontrados em batatas-doces, porém em menores concentrações (variando de 0,1 a 0,4 mg 100 g⁻¹ e de 0,1 a 0,2 mg 100 g⁻¹ na matéria seca, respectivamente) (Donado-Pestana *et al.*, 2012; Park *et al.*, 2016). A alta concentração de compostos como os carotenoides nessas variedades de batata-doce tem levado a um aumento na demanda por parte dos consumidores e pesquisas científicas (Mitra, 2012; Neela; Fanta, 2019). Isso ocorre porque o consumo de raízes dessa coloração contribui para um melhor funcionamento do sistema imunológico e na prevenção e controle de doenças, como a cegueira noturna e outros males causados por deficiência de vitamina A (Islam *et al.*, 2016; Mitra, 2012).

Figura 2 - Batatas-doces de polpa laranja.



Fotos: Do autor (2021).

De uma forma mais generalizada, independentemente da cor da polpa da raiz, destacam-se como os ácidos fenólicos mais predominantes em batatas-doces o clorogênico, cafeico, ferúlico, p-hidroxibenzoico, cumárico, sinápico, siríngico e vanílico (Laveriano-Santos *et al.*, 2022). Nas batatas-doces de polpa roxa (Figura 3), também se encontram grandes quantidades de antocianinas, pigmentos vegetais pertencentes à classe dos flavonoides, responsáveis por sua coloração (Grace *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2019). As antocianinas são pigmentos fenólicos solúveis em água e são consideradas um dos compostos mais importantes presentes nos vegetais, sendo comumente usadas nas indústrias de alimentos, bebidas, cosméticos e nutracêuticos (Alappat; Alappat, 2020). O teor de antocianinas totais nas batatas-doces de polpa roxa pode chegar a 182 mg g⁻¹ (Cevallos-Casals; Cisneros-Zevallos, 2003), sendo as mais abundantes os derivados da peonidina, cianidina e perlagonidina (Laveriano-

Santos *et al.*, 2022), representando cerca de 98% das antocianinas presentes em batatas-doces com essa coloração de polpa (Fossen; Andersen, 2000).

Figura 3 - Batatas-doces de polpa roxa.



Fotos: Do autor (2021).

Compostos como os carotenoides e os fenólicos, como as antocianinas, são produzidos pelas plantas como forma de proteção e atração de agentes dispersores de sementes. No entanto, quando consumidos atuam como agentes promotores da saúde, já que possuem propriedades antioxidantes, atuando na captura de espécies reativas de oxigênio (ERO) (Chen *et al.*, 2021; Galvao *et al.*, 2021; Grace *et al.*, 2014; Kim *et al.*, 2021). As ERO são geradas a partir do metabolismo de células aeróbicas e, quando acumuladas, podem levar ao estresse oxidativo, sendo esse um dos maiores fatores do colapso celular durante estresses e um fator de risco que pode contribuir para o agravamento de diversas doenças crônicas em humanos (Arina; Harisun, 2019; Kim *et al.*, 2021). Ao longo dos anos, diversos estudos têm apontado que batatas-doces de polpa colorida exercem funções hepatoprotetoras, anticancerígenas (em relação ao câncer de mama, próstata, colón e bexiga), antidiabéticas, anti-inflamatórias, além de promoverem melhoras na memória e cognição (Laveriano-Santos *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2014; Wu *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2016; Zhao *et al.*, 2013).

O alto valor nutricional e potencial funcional propiciado pelos compostos bioativos, agregados à grande capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais e de cultivo dessa cultura, são fatores que tornaram a batata-doce um produto de grande importância para todo o mercado de abastecimento de alimentos (Aguirre *et al.*, 2020; Amaro *et al.*, 2019; Krochmal-Marczak *et al.*, 2020; Sanchez *et al.*, 2020; Srisuwan; Sihachakr; Siljak-Yakovlev, 2006).

2.3 Mercado e importância econômica

Em 2022, a produção mundial de batata-doce atingiu aproximadamente 86 milhões de toneladas. O continente Asiático liderou a produção, com 52 milhões de toneladas, seguido pela África (29 milhões de toneladas), Américas (3 milhões de toneladas) e Oceania (900 mil toneladas). Entre os países, a China lidera o ranking de maiores produtores, com uma produção estimada de 46 milhões de toneladas, cerca de 53% da produção mundial, enquanto o Brasil ocupa a décima quarta posição, com uma produção anual de 847 mil toneladas, valor referente a mais de um quarto do total produzido nas américas (FAOSTAT, 2024).

A exportação mundial de batata-doce quadruplicou entre os anos de 2010 e 2021, passando de 200 mil para cerca de 800 mil toneladas, gerando um valor de mais de 700 milhões de dólares de capital. Os Estados Unidos lideram o ranking de exportadores, com um total aproximado de 270 mil toneladas exportadas anualmente, equivalente a quase 190 milhões de dólares. O Brasil ocupa a décima oitava posição, com um valor de sete mil toneladas exportadas (mais que o dobro do valor registrado previamente em 2010), gerando uma receita de 5 milhões de dólares. Quanto aos maiores importadores, a Holanda ocupa a primeira posição, com um valor de 190 mil toneladas importadas, seguida pelo Reino Unido (159 mil toneladas) e Canadá (81 mil toneladas) (FAOSTAT, 2024).

No Brasil, a atividade relacionada à cultura da batata-doce apresentou um crescimento significativo nos últimos anos (TABELA 2). Se comparados os anos de 2010 e 2023, a quantidade produzida (em toneladas) atingiu quase o dobro da marca previamente registrada, com um aumento de 86%. Em relação ao valor da produção (em R\$), houve um aumento de cinco vezes. Já para os valores de área plantada, área colhida e rendimento, foram observados aumentos de 45%, 45% e 28%, respectivamente (FAOSTAT, 2024; IBGE, 2024).

Entre as grandes regiões brasileiras, o Nordeste lidera a produção, com 433,9 mil toneladas anuais e um valor de produção de 826,2 mil reais, seguido pelas regiões Sudeste (236,7 mil toneladas/432,7 mil reais), Sul (228,8 mil toneladas/437,2 mil reais), Norte (16,4 mil toneladas/40,4 mil reais) e Centro-Oeste (9,8 mil toneladas/25,3 mil reais). Entre os estados, o Ceará é o maior produtor (163,5 mil toneladas/271,2 mil reais), seguido por São Paulo (158,2 mil toneladas/ 290,9 mil reais) e pelo Rio Grande do Sul (153,2 mil toneladas/308,9 mil reais) (IBGE, 2024).

Tabela 2 - Indicadores da cultura da batata-doce no Brasil dos anos 2010 e 2023.

Indicador	2010	2023
Quantidade produzida (Toneladas)	495.182	925.618
Valor da produção (R\$)	325.036	1.761.848
Área plantada (ha)	41.999	61.205
Área colhida (ha)	41.802	60.984
Rendimento médio (Kg/ha)	11.845	15.178

Fonte: IBGE (2024).

Além do consumo em mesa, a batata-doce vem sendo cada vez mais valorizada na indústria alimentícia, já que é usada como matéria-prima na formulação de diversos produtos, como snacks (Erickson *et al.*, 2021; Xie *et al.*, 2024), produtos de panificação (Azeem; Mu; Zhang, 2021; Zhang *et al.*, 2022), massas (Baah; Duodu; Emmambux, 2022; Malhotra *et al.*, 2022) e bebidas (alcoólicas e não alcoólicas) (Basílio *et al.*, 2022; Humia *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2023a).

Culturas como milho, batata, trigo, mandioca e arroz representam algumas das fontes mais comuns de amido. No entanto, pesquisas sobre amidos de fontes não convencionais, como a batata-doce, têm crescido, estando esses estudos ligados à produção sustentável, utilização de subprodutos, importância da cultura e vantagens tecnológicas sobre os amidos mais comuns (Zhu, 2020). Nesse contexto, a utilização de batatas-doces para a produção de amido se mostra como uma alternativa promissora para o aproveitamento de raízes que não possuem valor comercial (como aquelas que não se encaixam nos padrões de tamanho e formato), podendo esse uso contribuir com a redução de perdas (Silva *et al.*, 2024), além de também servir como incentivo para uma maior valorização dessa cultura.

Por possuírem um ciclo de crescimento rápido (90 a 150 dias), quando comparadas a outras culturas como inhame (150 a 180 dias), taro (150 a 180 dias) (Gondim, 2010) e mandioca (10 a 20 meses) (Passos *et al.*, 2018), e terem a maior parte do seu teor de carboidratos composto por amido (cerca de 80% na matéria seca), as raízes de batata-doce são consideradas uma das matérias primas mais baratas e rentáveis para a indústria do amido (Wang; Nie; Zhu, 2016; Yan *et al.*, 2016; Zhu; Wang, 2014). Esse, por sua vez, é considerado um importante composto funcional, sendo largamente utilizado como ingrediente na fabricação de macarrões (Chen; Schols; Voragen, 2003; Lee *et al.*, 2006; Zhu; Wang, 2014), na formulação de

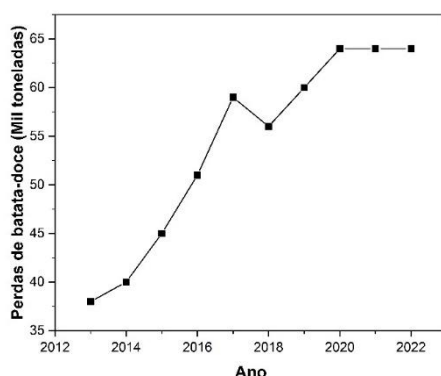
filmes comestíveis (Shen et al., 2010; Zhang et al., 2023b) e na indústria farmacêutica (Odeku, 2013; Riley; Adebayo, 2010).

Embora a produção de batatas-doces tenha apresentado um crescimento significativo nos últimos anos e uma importante fonte de capital em diversos setores da cadeia produtiva, ainda há barreiras a serem vencidas. Aumentar a quantidade produzida é insuficiente se grande parte desse alimento for perdido durante o processo.

2.4 Perdas pós-colheita

Entre 2013 e 2022 foi observado um aumento nas perdas de batatas-doces no Brasil (Figura 4), sendo esse acréscimo proporcional ao aumento da produção. O valor das perdas no ano de 2022 (64 mil toneladas) equivale a mais de 7% de toda a produção de batata-doce no país. Neste mesmo ano foram perdidas cerca de 5,8 milhões de toneladas de batata-doce no mundo, valor correspondente a quase 7% da produção mundial (FAOSTAT, 2024).

Figura 4 - Perdas pós-colheita de batatas-doces no Brasil entre os anos de 2013 e 2021.



Fonte: FAOSTAT (2024).

A perda de qualidade e deterioração de batatas-doces durante a etapa de pós-colheita pode ser resultante de diversos fatores, entre eles danos mecânicos (Figura 5), desordens fisiológicas e ataque de pragas e patógenos (Dandago, 2017; Ray; Ravi, 2005; Rees *et al.*, 2003). As abrasões são consideradas um dos maiores responsáveis pelas perdas pós-colheita dessa hortaliça, podendo ocorrer em várias etapas da

cadeia de produção, como na colheita, transporte, manuseio e armazenamento (Basílio *et al.*, 2022; Krochmal-Marczak *et al.*, 2020; Pilon; Silva, 2021; Villavicencio *et al.*, 2007). Os danos que ocorrem nessas etapas geralmente são consequência do manuseio inadequado dos operadores envolvidos, uso de embalagens inapropriadas e veículos e prateleiras sobrecarregados (Junior; Soares, 2020).

Figura 5 - Batatas-doces injuriadas.



Fotos: Do autor (2023).

A casca das batatas-doces é uma camada de floema lignificado que funciona como uma barreira contra doenças e patógenos, porém, quando injuriada, permite a exposição do tecido parenquimatoso à atmosfera, tornando as raízes susceptíveis à deterioração (Dandago, 2017; Wang *et al.*, 2013). Somados ao maior risco de contaminação, os ferimentos também contribuem para o aumento da taxa respiratória das raízes, ocasionando em uma maior perda de massa e uma redução da vida útil das raízes (Ferreira *et al.*, 2021; Ray; Ravi, 2005; Sánchez; Vasilenko; Santos, 2021; Tomlins *et al.*, 2002; Wang *et al.*, 2013).

Além da colheita, em que muitas injúrias ocorrem, é durante o transporte que as batatas-doces podem sofrer o maior número de abrasões (Junior; Soares, 2020). Em muitos países tropicais, como o Brasil, o transporte interno de batatas-doces é feito majoritariamente por rodovias (Pilon; Silva, 2021). Neste cenário, as batatas-doces podem ser transportadas em caminhões por dias até chegarem ao centro de distribuição, passando por estradas de má qualidade (cujo atrito pode levar a abrasões nas raízes), acondicionadas em embalagens inadequadas, e muitas vezes expostas ao meio externo, com altas temperaturas e baixa umidade relativa, tanto durante o

transporte quanto no próprio centro de distribuição, levando a uma aceleração na taxa de deterioração (Mtunda *et al.*, 2001; Pilon; Silva, 2021; Rees *et al.*, 2003; Tomlins *et al.*, 2000).

A exposição de batatas-doces a temperaturas elevadas por períodos prolongados, seja no transporte ou armazenamento, leva a estresses que resultam em brotamentos e uma maior perda de massa causada pelo aumento da taxa respiratória e transpiratória (Dandago, 2017; Pilon, 2021). Já temperaturas baixas ($\leq 10^{\circ}\text{C}$) podem ocasionar desordens fisiológicas, como depressões na superfície das raízes, escurecimento da polpa, enrugamento da raiz, má formação da periderme de cicatrização e deterioração por fungos (Pilon, 2021; Sánchez; Vasilenko; Santos, 2021).

A umidade relativa é outro fator que exerce grande influência sobre os atributos do produto. Teores de umidade menores que 80% podem ocasionar uma maior perda de massa, resultante do processo transpiratório, enquanto valores acima de 90% podem favorecer a proliferação de fungos e a descoloração superficial das raízes (Abewoy, 2021; Sánchez; Vasilenko; Santos, 2021). Batatas-doces que perdem grande quantidade de água podem apresentar um decréscimo de sua qualidade devido a alterações em sua textura, além de gerar prejuízos econômicos, principalmente para os comerciantes que trabalham com a venda baseada na massa do alimento (Abewoy, 2021).

Naturalmente, as batatas-doces produzem baixas quantidades de etileno, porém, danos mecânicos, armazenamento em lugares inapropriados e o ataque de patógenos e pragas, podem provocar o aumento da produção desse hormônio, que, por consequência, pode levar a um aumento da taxa respiratória, síntese de compostos fenólicos e oxidação por enzimas, causando odores e sabores desagradáveis, bem como o escurecimento da polpa (Pilon, 2021; Sánchez; Vasilenko; Santos, 2021).

Dessa forma, considerando o aumento da demanda dos consumidores e da indústria de alimentos pela batata-doce, cada vez mais se faz necessária a entrega de produtos de qualidade, livres de desordens fisiológicas e infecções por patógenos (Krochmal-Marczak *et al.*, 2020; Storey, 2007). Para que esse padrão seja atendido é preciso a adoção de cuidados durante o cultivo e, principalmente, durante a etapa de colheita e pós-colheita, a fim de se preservar ao máximo os atributos das raízes.

2.5 Manejo pós-colheita da batata-doce

De uma forma geral, a qualidade da batata-doce está ligada a características externas e internas (Sanchez *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2014). Em relação às características externas, para possuir uma aparência comercialmente aceitável, é desejado que as raízes possuam tamanho e formato regular, uma coloração adequada e não possuam defeitos, como manchas, abrasões e sinais de ataques de pragas e patógenos (Sanchez *et al.*, 2020). A forma e o tamanho das raízes são critérios importantes para sua classificação, sendo as raízes de tamanhos regulares e uniformes preferidas pelos consumidores e indústria, já que as desuniformes dificultam o manuseio e podem levar a perdas quando descascadas durante o processamento (Elmasry *et al.*, 2012; Sanchez *et al.*, 2020). Já a coloração é um dos primeiros atributos que os consumidores levam em consideração no momento da escolha das raízes, podendo ter relação direta com o frescor do alimento (Sanchez *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2014).

As características internas de qualidade da batata-doce estão relacionadas à textura, matéria seca e aos teores de açúcares e amido (Sanchez *et al.*, 2020). A textura é muito valorizada pelo consumidor, visto que raízes que não são firmes tendem a ser mais susceptíveis a deterioração e, conseqüentemente, rejeitadas (Sanchez *et al.*, 2020; Thybo *et al.*, 2004). O teor de matéria seca exerce influência direta sobre a textura, sendo comumente utilizado como indicador de qualidade de raízes antes e após o cozimento, e considerado um dos atributos mais importantes para a indústria de alimentos, já que está relacionado ao rendimento da matéria-prima (Liu *et al.*, 2009; Rady; Guyer, 2015; Su; Sun, 2017). Os teores de açúcares afetam o valor nutricional e o sabor das raízes, sendo esse último influenciado principalmente pelos açúcares redutores (glicose, frutose e maltose) (Wang; Nie; Zhu, 2016; Wei; Lu; Cao, 2017). O amido compõe, em média, 16-24% (matéria fresca) das raízes, e é visto como um atributo de importância expressiva na indústria de processamento, agregando um maior valor ao produto (Hoover, 2001; Storey, 2007; Wang; Nie; Zhu, 2016).

Por mais que os atributos de qualidade das batatas-doces estejam diretamente relacionados às características próprias de cada genótipo e influenciados pelas condições no campo, é necessário adotar cuidados desde a colheita a fim de se minimizar perdas ao longo do processo, preservar a qualidade do alimento e evitar

possíveis prejuízos econômicos (Collins; Walter, 1985; Krochmal-Marczak *et al.*, 2020; Sánchez; Vasilenko; Santos, 2021). Considerando que, após serem colhidas, processos fisiológicos e bioquímicos levam a mudanças qualitativas e quantitativas nas raízes (Abidin *et al.*, 2016; Grace *et al.*, 2014), a aplicação de técnicas adequadas durante e após a colheita é de suma importância para a redução das perdas e manutenção da qualidade desse alimento (Ji *et al.*, 2022).

A colheita da batata-doce pode ocorrer de forma manual, semimecânica ou mecânica, sendo recomendado que todo o processo, independentemente do método, seja feito de forma cuidadosa para que não sejam causados danos às raízes (Ferreira *et al.*, 2021; Pilon, 2021). Após serem desenterradas, as raízes não devem ficar expostas ao sol por muito tempo (máximo de 30 minutos), já que isso pode levar a estresses, causando uma redução de sua vida útil (Brandenberger *et al.*, 2022; Pilon, 2021).

Após a colheita, as raízes podem ser lavadas e escovadas, todavia recomenda-se que esse processo seja feito de forma cautelosa para diminuir ao máximo o número de abrasões (Pilon, 2021). Por possuírem uma casca frágil, é indicado que as batatas-doces sejam curadas previamente à lavagem e não sejam acondicionadas em embalagens ásperas, sendo mais indicado o uso de embalagens de papelão ou plásticas (caixas ou sacos) (Chakraborty *et al.*, 2017; Pilon, 2021). Os trabalhadores envolvidos no acondicionamento e transporte das raízes devem evitar manipular com força excessiva e comprimir as raízes dentro da embalagem, de forma que o limite de massa não seja excedido (Pilon; Silva, 2021).

Após acondicionadas a escolha do ambiente de armazenamento é um fator crucial para a manutenção da qualidade das raízes (Rees *et al.*, 2003). O local de armazenamento, assim como as embalagens, deve ser limpo e seco, a fim de se evitar contaminação por microrganismos patogênicos e propagação de doenças (Pilon, 2021; Sánchez; Vasilenko; Santos, 2021). Pela mesma razão, é indicado que raízes danificadas, ou que não estejam saudáveis, sejam descartadas (Krochmal-Marczak *et al.*, 2020).

Recomenda-se que batatas-doces sejam armazenadas em ambientes com temperatura entre 12,5 °C e 15 °C, com umidade relativa de 90% e ventilação adequada (Sánchez; Vasilenko; Santos, 2021). Essa faixa de temperatura reduz a taxa respiratória das raízes, prolongando sua vida útil, além de diminuir a taxa de brotamento e tornar o ambiente impróprio para alguns insetos e microrganismos

patogênicos (Abewoy, 2021; Dandago, 2017). Já a ventilação é essencial para a reposição do oxigênio, necessário para o processo respiratório das raízes, e remoção do dióxido de carbono acumulado (Abewoy, 2021).

Em ambientes controlados, como câmaras frias, batatas-doces podem ser estocadas por longos períodos (5 a 12 meses) sem apresentarem grandes alterações em suas propriedades sensoriais (Picha, 1986; Rees *et al.*, 2003; Sánchez; Vasilenko; Santos, 2021; Woolfe, 1992). No caso de armazenamento em temperatura ambiente, as raízes devem ser alocadas em galpões bem ventilados, na ausência de luz, em caixas que permitam a passagem de ar entre as raízes e com a presença de recipientes com água próximos para manter a umidade relativa alta (Pilon, 2021; Sánchez; Vasilenko; Santos, 2021). Nestes tipos de ambiente, as batatas-doces possuem uma vida útil menor (≤ 5 meses) se comparado àquelas armazenadas em câmara fria (Sánchez; Vasilenko; Santos, 2021). Ressalta-se que, por conta dos possíveis efeitos negativos da exposição de batatas-doces ao etileno, é recomendado que não sejam armazenadas ou transportadas juntas a outros vegetais que produzem elevadas quantidades deste composto (Pilon, 2021).

2.5.1 Cura

Naturalmente as batatas-doces possuem a capacidade de cicatrização de lesões, porém esse processo ocorre de forma lenta, sendo necessária a utilização de artifícios para que ocorra de forma mais rápida (Wang *et al.*, 2020b). Dessa forma, para evitar danos decorrentes de abrasões na casca das raízes e aumentar o tempo de armazenamento dessa hortaliça, muitos países adotam o processo de cura (Collins; Walter, 1985; Ji *et al.*, 2022; Pilon; Silva, 2021; Woolfe, 1992). É recomendado que a cura ocorra logo após a colheita e antes do armazenamento, geralmente em um período de quatro a sete dias em um ambiente com temperatura de 29 °C e umidade relativa entre 85% e 90% (Clark *et al.*, 2013; Sánchez; Vasilenko; Santos, 2021). Durante esse processo, a camada celular do ferimento seca e ocorre a lignificação da camada celular subjacente, resultando na formação de uma nova epiderme sob a camada lignificada (Ji *et al.*, 2022; Walter; Schadel, 1982).

Alguns dos primeiros estudos em relação ao efeito do processo de cura em batatas-doces foram publicados na década de 1920 com as pesquisas de Weimer e Harter (1921), que relataram os efeitos da temperatura e umidade relativa na formação

da periderme sob lesões de raízes e sua eficácia na prevenção contra a infecção de patógenos. Na década seguinte, Artschwager e Starrett (1931) separaram o processo de cura em três etapas, sendo essas: 1: Dessecação das camadas celulares do parênquima; 2: Espessamento das paredes celulares nas camadas celulares subjacentes (suberização ou lignificação); 3: Formação de periderme por baixo da ferida.

A dessecação das camadas celulares é a primeira resposta após o ferimento, em que as células da superfície secam e morrem (Artschwager; Starrett, 1931; Nielsen; Johnson, 1974; Van Oirschot *et al.*, 2006; Walter; Schadel, 1982). Em ambientes com baixa umidade relativa, a camada de células dessecadas pode se tornar mais grossa, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos, reduzindo a vida útil das raízes (Nielsen; Johnson, 1974), além de resultar em uma cicatrização inadequada dos ferimentos (Pilon, 2021). É importante ressaltar que as características específicas de cada cultivar podem influenciar na espessura da camada de células dessecadas (Van Oirschot *et al.*, 2006).

A etapa de suberização (lignificação) pode ser considerada a mais importante durante a cura. Por algum tempo, houve uma incerteza sobre o verdadeiro processo químico que ocorre durante esta fase (Van Oirschot *et al.*, 2003). Inicialmente, Artschwager e Starrett (1931) foram capazes de identificar o espessamento das camadas celulares subjacentes à camada de células dessecadas por conta de sua capacidade de absorver corantes de cristal violeta, diferentemente de células comuns do parênquima que permaneciam inalteradas. Dessa forma, os pesquisadores afirmaram que o material formado se tratava de suberina. Algumas décadas depois, McClure (1960), ao estudar a suberização em células do parênquima abaixo do ferimento, percebeu que as células suberizadas possuíam uma maior afinidade por uma solução saturada de floroglucinol em HCl 18%, em relação ao corante utilizado por Artschwager e Starrett (1931), indicando um material semelhante a lignina. Essa descoberta levantou a questão se o que estava ocorrendo durante essa segunda etapa era realmente suberização ou lignificação. Posteriormente, com o uso de espectroscopia de massa, Walter e Schadel (1982), observaram que os compostos poliméricos nessa camada celular possuíam propriedades químicas de lignina, mas não descartando a ideia de que esta camada é formada pelos dois compostos.

A suberina e lignina são compostos poliméricos que contribuem para o fortalecimento e resistência da parede celular durante o crescimento e

desenvolvimento dos vegetais (Taiz *et al.*, 2014). A lignina é composta por polímeros fenólicos e a suberina por compostos lipídicos e fenólicos, sendo que ambas apresentam propriedades hidrofóbicas, o que contribui para a redução da perda de massa, além de também servirem como barreira protetora contra o ataque de patógenos (Buchanan; Gruissem; Jones, 2015; Van Oirschot *et al.*, 2003; Wang *et al.*, 2013). A biossíntese desses dois compostos ocorre a partir de intermediários em comum, os derivados do hidroxicinamoil-CoA, advindos da rota bioquímica dos fenilpropanoides (Buchanan; Gruissem; Jones, 2015; Wang *et al.*, 2013). Essa rota, por sua vez, é comumente afetada por estresses, como altas temperaturas (como ocorre durante a cura), o que leva a uma maior produção desses compostos (Sharma *et al.*, 2022).

A etapa de espessamento se encerra a partir do momento em que começa a ocorrer a formação da periderme (terceira etapa), que cresce em camadas sucessivas até o decréscimo de sua produção, dando fim ao processo de cura (Walter; Schadel, 1982). Essa nova periderme consiste em camadas de células semelhantes à periderme nativa, proporcionando o mesmo efeito de proteção (Van Oirschot *et al.*, 2003). O tamanho dessa camada pode variar de acordo com a cultivar, sendo considerado que a espessura da nova periderme deve ter no mínimo quatro camadas para ter efeitos positivos contra a perda de água e invasão de patógenos (Morris; Mann, 1955; ST. Amand; Randle, 1991; Van Oirschot *et al.*, 2003; Walter; Schadel, 1982). É importante ressaltar que a retirada precoce das raízes do ambiente de cura antes de cicatrização completa pode levar ao retardamento da formação da periderme (Walter; Schadel, 1982).

Ao longo dos anos diversos estudos foram realizados para avaliar a eficiência do processo de cura em ambientes controlados com diferentes temperaturas, umidades relativas e durações, sendo por fim, constatado que temperaturas em torno dos 29 °C e altas umidades relativas (>85%), em períodos de quatro a sete dias, se mostraram as mais eficazes (Artschwager; Starrett, 1931; McClure, 1960; Morris; Mann, 1955; Strider; Mccombs, 1958; Van Oirschot *et al.*, 2003; Weimer; Harter, 1921). Em adição ao controle da temperatura e umidade relativa, é necessário que haja um sistema de ventilação na unidade de cura, já que esse é responsável pela remoção do CO₂ acumulado e pela reposição de O₂, além de remover a umidade, liberada pelas batatas-doces (AJAP, 2017; Devereau, 1994; Pilon, 2021; Sánchez; Vasilenko; Santos, 2021).

Fora a aplicação correta dessas condições, outros cuidados devem ser tomados, a saber: os recipientes utilizados durante a colheita devem, preferentemente, ser os mesmos usados na cura e armazenamento (Pilon, 2021); agilidade, visto que o atraso na aplicação do processo de cura pode levar a uma cicatrização inadequada das raízes (Tedesco *et al.*, 2023); tempo de cura - a submissão de raízes à cura por um tempo maior que o indicado pode levar ao brotamento e encurtamento de sua vida útil (Liu *et al.*, 2023; Ray; Ravi, 2005), enquanto a cura por um tempo inferior ao recomendado pode resultar em baixa suberização/lignificação; distribuição adequada do ar quente/úmido e oxigênio dentro da unidade para evitar o enrugamento das raízes e a proliferação de fungos patogênicos (Wang *et al.*, 2020a); armazenamento rápido após a cura em ambientes com baixas temperaturas, como forma de se evitar o brotamento, minimizando-se o manuseio para evitar possíveis danos (Devereau, 1994).

O processo de cura pode ser realizado em unidades específicas, como câmaras e armazéns, bem como de forma mais tradicional, como, por exemplo, no próprio campo, sendo recomendado que após a colheita, as raízes fiquem expostas a céu aberto, sobre o solo, por períodos de três a oito dias, que as noites sejam frias e não ocorram geadas (AJAP, 2017; Sánchez; Vasilenko; Santos, 2021). Todavia, por mais que este método seja mais economicamente viável, se comparado à necessidade de uma estrutura própria, não é o mais recomendado. A longa exposição das raízes ao sol durante o dia pode ocasionar escaldaduras, afetando seu aspecto visual diminuindo sua vida útil (Pilon, 2021), além do risco de exposição das raízes a possíveis chuvas.

A maior durabilidade das batatas-doces submetidas ao processo de cura está associada ao aumento de sua resistência a deteriorações fisiológicas e patológicas, bem como à manutenção de seus atributos de qualidade, como aparência, aroma, sabor, textura, valor nutricional e apelo funcional (Aidoo, 1993; AJAP, 2017; Atuna *et al.*, 2017; Miyazaki, 1990; Tomlins *et al.*, 2002). Durante esse processo, o amido é degradado e convertido em açúcares simples como sacarose, maltose, glicose e frutose, aumentando a doçura da batata-doce (Pilon; Silva, 2021; Wang; Nie; Zhu, 2016). O processo de cura também estimula a síntese de enzimas relacionadas ao aroma e sabor durante o cozimento (Kays; Wang, 2000; Pilon, 2021). Por promover uma menor perda de massa, a cura também contribui na manutenção da textura das raízes (Dandago, 2017). Porém, a magnitude dessas mudanças pode variar entre

cultivares, já que se sabe que, a depender do ambiente de cultivo e do genótipo submetido ao processo, comportamentos diferentes podem ser observados (Anderson *et al.*, 2021; Kou *et al.*, 2023).

Contudo, por mais que a cura seja um processo aplicado há muitos anos e que exerça uma grande influência na preservação e manutenção da qualidade das batatas-doces, essa prática, até o momento, não é adotada no Brasil.

2.6 O processo de cura no Brasil

A etapa de cura é comumente praticada em países de clima temperado, porém, nos trópicos sua aplicação é pouco comum, sendo que muitos assumem que esse processo ocorre de forma natural, defendendo a hipótese de que a temperatura e umidade relativa de países localizados nessa região são semelhantes às aquelas necessárias para a cura de batatas-doces (Collins; Walter, 1985; Devereau, 1994; Woolfe, 1992). Esse é um pensamento equivocado, já que em países majoritariamente tropicais, como o Brasil, a temperatura e umidade relativa pode variar muito entre as diferentes regiões e épocas do ano (INMET, 2023), de forma que não se assemelham às condições ideais para realização desse processo.

A razão pela qual a prática do processo de cura é comum em outros países, em contraposição ao Brasil, pode ser associada às condições climáticas. Em países de clima temperado, onde mais se pratica o processo de cura, a produção é concentrada principalmente durante o verão, e devido à demanda dos consumidores, há a necessidade da aplicação desse processo para que as raízes armazenadas possam ser comercializadas durante o ano inteiro (Mbah; Eke-Okoro, 2015). Já no Brasil, o plantio dessa cultura ocorre durante todo o ano, em quase todas as regiões, sem necessidade de armazenamento prolongado (Pilon; Silva, 2021). Além disso, a inexistência de incentivos para a aplicação desse processo, somados à falta de legislação adequada e remuneração diferenciada do produto curado, dificultam a implementação do processo de cura no Brasil (Pilon; Silva, 2021).

Porém, com o aumento das perdas pós-colheita de batatas-doces cultivadas no Brasil, observadas tanto dentro do país, quanto durante a exportação, somado à falta de informações a respeito do comportamento das variedades plantadas em países de clima tropical quando submetidas à cura, surgiu a necessidade da implementação dessa etapa na cadeia produtiva de batata-doce brasileira. Dessa

forma, em outubro de 2022, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) deu início às pesquisas a respeito do efeito da aplicação do processo de cura sobre os genótipos plantados no Brasil, com o objetivo de definir parâmetros para a realização dessa técnica considerando a realidade do país.

REFERÊNCIAS

- ABEWOY, D. Review on Postharvest Handling Practices of Root and Tuber Crops. **International Journal of Plant Breeding and Crop Science**, v. 8, n. 1, p. 992–1000, 2021.
- ABIDIN, P. E. A. *et al.* Sand Storage, Extending the Shelf-Life of Fresh Sweetpotato Roots for Home Consumption and Market Sales. **Journal of Food Science and Engineering**, v. 6, n. 4, 28 abr. 2016.
- AGUIRRE, T. R. *et al.* Avaliação Da Adubação Orgânica E Mineral No Cultivo De Batata-Doce Na Região Amazônica. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 62133–62142, 2020.
- AIDOO, K. E. Post-harvest storage and preservation of tropical crops. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 32, n. 1–3, p. 161–173, 1 jan. 1993.
- AJAP. **Manual Boas Práticas para Culturas Emergentes: A Cultura da Batata-Doce**. 1. ed. Lisboa: GTM Gráficos, 2017.
- ALAM, M. K. A comprehensive review of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam): Revisiting the associated health benefits. **Trends in Food Science and Technology**, v. 115, n. June, p. 512–529, 2021.
- ALAM, Z. *et al.* Multivariate analysis of yield and quality traits in sweet potato genotypes (*Ipomoea batatas* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 328, p. 112901, 15 mar. 2024.
- ALAPPAT, B.; ALAPPAT, J. Anthocyanin pigments: Beyond aesthetics. **Molecules**, v. 25, n. 23, 2020.
- AMARO, G. B. *et al.* Performance of sweet potato cultivars for yield and root quality in Sergipe, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 1, p. 1–6, 2019.
- AMOANIMAA-DEDE, H. *et al.* Flesh color diversity of sweet potato: An overview of the composition, functions, biosynthesis, and gene regulation of the major pigments. **Phyton**, v. 89, n. 4, p. 805–833, 2020.
- ANASTÁCIO, A.; CARVALHO, I. S. Spotlight on PGI Sweet Potato from Europe: Study of Plant Part, Time and Solvent Effects on Antioxidant Activity. **Journal of Food Biochemistry**, v. 37, n. 5, p. 628–637, 1 out. 2013.
- ANDERSON, T. *et al.* Evaluation of Hawaiian Heritage Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) Breeding Lines. **Agronomy**, v. 11, n. 8, p. 1545, 31 jul. 2021.
- ARINA, M. Z. I.; HARISUN, Y. Effect of extraction temperatures on tannin content and antioxidant activity of *Quercus infectoria* (Manjakani). **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 19, p. 101104, 2019.

ARTSCHWAGER, E.; STARRETT, R. C. Suberization and wound-periderm formation in sweetpotato and gladiolus as affected by temperature and relative humidity. **Journal of Agricultural Research**, v. 43, p. 353–364, 1931.

ATUNA, R. A. *et al.* Wound healing and dry matter content of orange-fleshed sweetpotato cultivars as influenced by curing methods. **Open Agriculture**, v. 2, n. 1, p. 274–279, 1 fev. 2017.

AZEEM, M.; MU, T. H.; ZHANG, M. Effects of hydrocolloids and proteins on dough rheology and in vitro starch digestibility of sweet potato-wheat bread. **LWT**, v. 142, p. 110970, 1 maio 2021.

AZEVEDO, A. M. *et al.* Divergência genética e importância de caracteres em genótipos de batata-doce visando a produção de silagem. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 10, n. 3, p. 479–484, 30 set. 2015.

BAAH, R. O.; DUODU, K. G.; EMMAMBUX, M. N. Cooking quality, nutritional and antioxidant properties of gluten-free maize – Orange-fleshed sweet potato pasta produced by extrusion. **LWT**, v. 162, p. 113415, 1 jun. 2022.

BASÍLIO, L. *et al.* **Pluralidade Da Batata-Doce Do Campo À Mesa: Uma Revisão Narrativa**. Open Science Research. 1. ed. Editora Científica Digital. v. 1, p. 174–190, 2022.

BESTER, C.; BERG, A. A. VAN DEN; PLOOY, C. P. DU. ‘Blesbok’ Sweetpotato. **HortScience**, v. 26, n. 9, p. 1229–1230, 1 set. 1991.

BHUPATHIRAJU, S. N. *et al.* Glycemic index, glycemic load, and risk of type 2 diabetes: results from 3 large US cohorts and an updated meta-analysis. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 100, n. 1, p. 218–232, 1 jul. 2014.

BODJRENOU, D. M. *et al.* Resistant starch from sweet potatoes: Recent advancements and applications in the food sector. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 225, p. 13–26, 15 jan. 2023.

BRANDENBERGER, L. *et al.* Sweet Potato Production. **Oklahoma Cooperative Extension Service**, 2022.

BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry & molecular biology of plants**. 2. ed. United Kingdom: Wiley Blackwell, 2015.

CAMPOS, S. K.; PILON, L.; MELO, R. A. DE C. Mudanças recentes no padrão de consumo da batata-doce no Brasil: perspectivas para o mercado nacional. 59º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER e 6º Encontro Brasileiro de Pesquisadores em Cooperativismo - EBPC. **Anais**, Brasília, 2021.

CASTRO, L. A. S.; OLIVEIRA, R. P.; BECKER, A. Multiplicação de matrizes de batata-doce com alta sanidade. **Sistemas de produção**, v. 10, 2017.

CEVALLOS-CASALS, B. A.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Stoichiometric and Kinetic Studies of Phenolic Antioxidants from Andean Purple Corn and Red-Fleshed Sweetpotato. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 11, p. 3313–3319, 21 maio 2003.

CHAKRABORTY, C. *et al.* A Review on Post-Harvest Profile of Sweet Potato. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, n. 5, p. 1894–1903, 20 maio 2017.

CHEN, J. *et al.* Anthocyanin supplement as a dietary strategy in cancer prevention and management: A comprehensive review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1–13, 2021.

CHEN, X. *et al.* Conversion of sweet potato waste to solid fuel via hydrothermal carbonization. **Bioresource Technology**, v. 249, p. 900–907, 1 fev. 2018.

CHEN, Z.; SCHOLS, H. A.; VORAGEN, A. G. J. Starch Granule Size Strongly Determines Starch Noodle Processing and Noodle Quality. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 5, p. 1584–1589, 1 jun. 2003.

CLARK, C. A. *et al.* **Compendium of Sweetpotato Diseases, Pests, and Disorders, Second Edition**. The American Phytopathological Society, 2013.

COLLINS, W. W.; WALTER, W. M. Fresh roots for human consumption. **Sweet Potato Products: A Natural Resource for the Tropics**. Boca Raton: CRC Press, p. 153–173, 1985.

DANDAGO, M. A. Postharvest handling and storage of root and tubers. **Postharvest management of horticultural crops**. Apple Academic Press, p. 69–90, 2017.

DEVEREAU, A. **Tropical sweet potato storage: A literature review**. 20 maio 1994.

DONADO-PESTANA, C. M. *et al.* Stability of Carotenoids, Total Phenolics and In Vitro Antioxidant Capacity in the Thermal Processing of Orange-Fleshed Sweet Potato (*Ipomoea batatas* Lam.) Cultivars Grown in Brazil. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 67, n. 3, p. 262–270, 1 set. 2012.

DONG, J. Y. *et al.* Meta-analysis of dietary glycemic load and glycemic index in relation to risk of coronary heart disease. **American Journal of Cardiology**, v. 109, n. 11, p. 1608–1613, 1 jun. 2012.

ELMASRY, G. *et al.* In-line sorting of irregular potatoes by using automated computer-based machine vision system. **Journal of Food Engineering**, v. 112, n. 1–2, p. 60–68, 1 set. 2012.

ERICKSON, T. *et al.* Skin Carotenoid Accumulation in Response to a Two-Week Sweet Potato Snack Added to the Usual Diet. **Current Developments in Nutrition**, v. 5, p. 121, 1 jun. 2021.

FAOSTAT. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>>. Acesso em: 9 jan. 2024.

FERREIRA, M. E. Introdução. **Batata-doce Manual de boas práticas agrícolas**. LouresGráfica Ltda., p. 15-20, 2021.

FERREIRA, M. E. *et al.* Colheita. **Batata-doce Manual de boas práticas agrícolas**. LouresGráfica Ltda., p. 177–179, 2021.

FERREIRA, M. E.; LIMA, M. A.; SÁNCHEZ, C. A planta da batata-doce. **Batata-doce Manual de boas práticas agrícolas**. LouresGráfica Ltda., p. 25-35, 2021.

FONSECA, S. S. DA *et al.* A etnomatemática na cultura da batata-doce na aldeia indígena Tingui Botó/AL. **Revista Extensão em Debate**, v. 8, n. 10, 2021.

FOSSSEN, T.; ANDERSEN, Ø. M. Anthocyanins from tubers and shoots of the purple potato, *Solanum tuberosum*. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 75, n. 3, p. 360–363, 2000.

GALVAO, A. C. *et al.* Nutraceutical content and daily value contribution of sweet potato accessions for the European market. **Horticulturae**, v. 7, n. 2, p. 1–14, 2021.

GONDIM, A. **Catálogo brasileiro de hortaliças: saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no país**. Brasília: Embrapa Hortaliças/SEBRAE, 2010.

GOLLA, A. R. *et al.* Multiplicação de material vegetativo de batata-doce em diferentes bandejas e produção de raízes. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 7, n. 1, 2010.

GRACE, M. H. *et al.* Phytochemical changes in phenolics, anthocyanins, ascorbic acid, and carotenoids associated with sweetpotato storage and impacts on bioactive properties. **Food Chemistry**, v. 145, p. 717–724, 15 fev. 2014.

GRANATO, D. *et al.* Effects of herbal extracts on quality traits of yogurts, cheeses, fermented milks, and ice creams: a technological perspective. **Current Opinion in Food Science**, v. 19, p. 1–7, 2018.

HOOVER, R. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: a review. **Carbohydrate Polymers**, v. 45, n. 3, p. 253–267, 1 jul. 2001.

HOU, Y. *et al.* Composition of polyamines and amino acids in plant-source foods for human consumption. **Amino Acids**, v. 51, n. 8, p. 1153–1165, 1 ago. 2019.

HUANG, J. C.; SUN, M. Genetic diversity and relationships of sweetpotato and its wild relatives in *Ipomoea* series *Batatas* (Convolvulaceae) as revealed by inter-simple sequence repeat (ISSR) and restriction analysis of chloroplast DNA. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 100, n. 7, p. 1050–1060, 2000.

HUMIA, B. V. *et al.* Physicochemical and sensory profile of Beauregard sweet potato beer. **Food Chemistry**, v. 312, p. 126087, 15 maio 2020.

IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?id=250063&view=detalhes>>.

IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares: 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?view=detalhes&id=2101742>>.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/14/10193?indicador=10235>>. Acesso em: 12 jan. 2024.

IESE, V. *et al.* Facing food security risks: The rise and rise of the sweet potato in the Pacific Islands. **Global Food Security**, v. 18, p. 48–56, 1 set. 2018.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia - INMET**. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso em: 17 nov. 2023.

ISLAM, S. N. *et al.* Carotenoids and β -carotene in orange fleshed sweet potato: A possible solution to vitamin A deficiency. **Food Chemistry**, v. 199, p. 628–631, 15 maio 2016.

JI, C. Y. *et al.* Comparative transcriptome profiling of sweetpotato storage roots during curing-mediated wound healing. **Gene**, v. 833, 2022.

JUNIOR, M. F.; SOARES, A. G. Food loss and waste. Em: **Responsible consumption and production: contributions of Embrapa**. 1. ed. Brasília: Embrapa, p. 31–40, 2020.

KAYS, S. J.; WANG, Y. Thermally induced flavor compounds. **HortScience**, v. 35, n. 6, p. 1002–1012, 2000.

KIM, H. S. *et al.* Manipulation of lipophilic antioxidants to enhance oxidative stress tolerance and nutritional quality in transgenic sweetpotato. **Turkish Journal of Botany**, v. 45, n. SI-1, p. 613–622, 2021.

KOU, J. *et al.* Effects of Ethylene and 1-Methylcyclopropene on the Quality of Sweet Potato Roots during Storage: A Review. **Horticulturae**, v. 9, n. 6, p. 667, 5 jun. 2023.

KROCHMAL-MARCZAK, B. *et al.* The Effects of Temperature on the Quality and Storage Stability of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L. [Lam]) Grown in Central Europe. **Agronomy**, v. 10, n. 11, 28 out. 2020.

LAFIA, A. T. *et al.* Composição Nutricional De Biscoitos Biofortificados Com Farinha De Batata-Doce / Nutritional Composition of Biofortified Cookies With Sweet Potato Flour. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 66846–66861, 2020.

LAREO, C.; FERRARI, M. D. Sweet Potato as a Bioenergy Crop for Fuel Ethanol Production: Perspectives and Challenges. **Bioethanol Production from Food Crops**, p. 115–147, 1 jan. 2019.

LAVERIANO-SANTOS, E. P. *et al.* Sweet Potato Is Not Simply an Abundant Food Crop: A Comprehensive Review of Its Phytochemical Constituents, Biological Activities, and the Effects of Processing. **Antioxidants (Basel, Switzerland)**, v. 11, n. 9, 1 set. 2022.

LEE, M. K. *et al.* Regulation of osteoblast differentiation by Nurr1 in MC3T3-E1 cell line and mouse calvarial osteoblasts. **Journal of Cellular Biochemistry**, v. 99, n. 3, p. 986–994, 15 out. 2006.

LEE, Y. M. *et al.* Changes in the Physiological Activities of Four Sweet Potato Varieties by Cooking Condition. **Korean Journal of Nutrition**, v. 45, n. 1, p. 12, 2012.

LI, A. *et al.* Research advances of purple sweet potato anthocyanins: Extraction, identification, stability, bioactivity, application, and biotransformation. **Molecules**, v. 24, n. 21, 2019.

LIMA, M. A. A. *et al.* Batata-doce. **Revista de Ciência Elementar**, v. 11, n. 2, 30 jun. 2023.

LIU, M. *et al.* Structure, physicochemical properties and effects on nutrients digestion of modified soluble dietary fiber extracted from sweet potato residue. **Food Research International**, v. 150, p. 110761, 1 dez. 2021.

LIU, M. *et al.* Research progress on postharvest sweet potato spoilage fungi *Ceratocystis fimbriata* and control measures. **Food Bioscience**, v. 53, p. 102627, 1 jun. 2023.

LIU, Q. *et al.* Advanced Analytical Techniques to Evaluate the Quality of Potato and Potato Starch. **Advances in Potato Chemistry and Technology**, p. 221–248, 1 jan. 2009.

MALHOTRA, N. *et al.* Nutritional composition, techno-functionality, in-vitro starch digestibility, structural characteristics and storage stability of sweet potato flour and mash supplemented specialty pasta. **LWT**, v. 168, p. 113886, 1 out. 2022.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php>. Acesso em: 17 fev. 2024.

MBAH, E. U.; EKE-OKORO, O. Relationship between some growth parameters, dry matter content and yield of some sweet potato genotypes grown under rainfed

weathered ultisols in the humid tropics. **Journal of Agronomy**, v. 14, n. 3, p. 121–129, 20 ago. 2015.

MCCLURE, T. T. Chlorogenic Acid Accumulation and Wound Healing in Sweet Potato Roots. **American Journal of Botany**, v. 47, n. 4, p. 277, abr. 1960.

MELLO, A. F. S. *et al.* Sweetpotato Genotypes “CIP BRS Nuti” and “Canadense” Are Resistant to *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, and *M. enterolobii*. **Plant Disease**, v. 106, n. 4, p. 1238–1243, 1 abr. 2022.

MELO, R. A. DE C. *et al.* BRS Anembé: nova cultivar de batata-doce de polpa roxa, rica em antioxidantes. **Comunicado Técnico Embrapa**, v. 130, p. 14, 2021.

MENON, R.; PADMAJA, G.; SAJEEV, M. S. Cooking behavior and starch digestibility of NUTRIOSE® (resistant starch) enriched noodles from sweet potato flour and starch. **Food Chemistry**, v. 182, p. 217–223, 1 set. 2015.

MITRA, S. Nutritional Status of Orange-Fleshed Sweet Potatoes in Alleviating Vitamin A Malnutrition through a Food-Based Approach. **Journal of Nutrition & Food Sciences**, v. 02, n. 08, 2012.

MIYAZAKI, T. Effects of Curing, Storage Conditions, and Cooking on the Composition of Sweet Potatoes. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 59, n. 3, p. 649–656, 1990.

MORRIS, L. L.; MANN, L. K. Wound healing, keeping quality, and compositional changes during curing and storage of sweet potatoes. **Hilgardia**, v. 24, n. 7, p. 143–183, dez. 1955.

MTUNDA, K. *et al.* Damage reduces shelf-life of sweetpotato during marketing. **African Crop Science Journal**, v. 9, n. 1, 1 jan. 2001.

MU, T. *et al.* Sweet Potato Dietary Fiber. **Sweet Potato Processing Technology**, p. 121–181, 1 jan. 2017.

MULLIE, P. *et al.* Relation between Breast Cancer and High Glycemic Index or Glycemic Load: A Meta-analysis of Prospective Cohort Studies. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, n. 1, p. 152–159, 2 jan. 2016.

MULLIN, W. J.; ROSA, N.; REYNOLDS, L. B. Dietary fibre in sweet potatoes. **Food Research International**, v. 27, n. 6, p. 563–565, 1 jan. 1994.

MUÑOZ-RODRÍGUEZ, P. *et al.* Discovery and characterization of sweetpotato's closest tetraploid relative. **New Phytologist**, v. 234, n. 4, p. 1185–1194, 1 maio 2022.

NEELA, S.; FANTA, S. W. Review on nutritional composition of orange-fleshed sweet potato and its role in management of vitamin A deficiency. **Food Science and Nutrition**, v. 7, n. 6, p. 1920–1945, 2019.

NGUYEN, H. C. *et al.* Bioactive Compounds, Antioxidants, and Health Benefits of Sweet Potato Leaves. **Molecules**, v. 26, n. 7, p. 1820, 24 mar. 2021.

NIELSEN, L. W.; JOHNSON, J. T. Postharvest temperature effects on wound healing and surface rot in sweet potato. **PHYTOPATHOLOGY**, 1974.

ODEKU, O. A. Potentials of tropical starches as pharmaceutical excipients: A review. **Starch - Stärke**, v. 65, n. 1–2, p. 89–106, 1 jan. 2013.

PARK, S. Y. *et al.* Comparative analysis of phytochemicals and polar metabolites from colored sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) tubers. **Food Science and Biotechnology**, v. 25, n. 1, p. 283–291, 1 fev. 2016.

PASSOS, A. M. A. *et al.* Cultivo da mandioca no estado de Rondônia. **Sistemas de Produção da Embrapa**, v. 37, 2018.

PICHA, D. H. Weight Loss in Sweet Potatoes During Curing and Storage: Contribution of Transpiration and Respiration. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 111, n. 6, p. 889–892, 1 nov. 1986.

PILON, L. **Sistema de Produção de Batata-Doce**. Colheita e pós-colheita. Embrapa Hortaliças, 9. ed., p. 42–47, 2021.

PILON, L.; SILVA, G. O. **Sistema de Produção de Batata-Doce**. Mercados e comercialização. Embrapa Hortaliças, 9. ed., p. 47–55, 2021.

PINHEIRO, J. B. *et al.* Avaliação do consumo de batata-doce (*Ipomoea batatas*) em praticantes de musculação. **RBONE - Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v. 14, n. 84, p. 53–58, 17 out. 2020.

PINTO, A. *et al.* **Batata-doce. Manual de Boas Práticas Agrícolas**. Bucelas: LouresGráfica, Lda, 2021.

RADY, A. M.; GUYER, D. E. Rapid and/or nondestructive quality evaluation methods for potatoes: A review. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 117, p. 31–48, 1 set. 2015.

RAY, R. C.; RAVI, V. Postharvest Spoilage of Sweetpotato in Tropics and Control Measures. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 45, n. 7–8, p. 623–644, 1 out. 2005.

REES, D. *et al.* Cultivar variation in keeping quality of sweetpotatoes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 28, n. 2, p. 313–325, 1 maio 2003.

RILEY, C. K.; ADEBAYO, S. A. A comparative investigation of the packing and flow properties of sweet potato (*Ipomoea batatas*) starches and their potential use in solid dosage formulations. **Starch - Stärke**, v. 62, n. 6, p. 285–293, 1 jun. 2010.

ROSSEL, G.; KRIEGNER, A.; ZHANG, D. From Latin America to Oceania: The historic dispersal of sweetpotato re-examined using AFLP. **CIP Program Report**, p. 315–321, 2000.

SÁNCHEZ, C. *et al.* Batata-doce branca, roxa ou alaranjada? Avaliação qualitativa e nutricional. **Vida Rural**, p. 30–32, 2019.

SÁNCHEZ, C.; VASILENKO, P.; SANTOS, M. Pós-colheita e conservação. **Batata-doce Manual de boas práticas agrícolas**. LouresGráfica, Lda., p. 181-187, 2021.

SANCHEZ, P. D. C. *et al.* Applications of imaging and spectroscopy techniques for non-destructive quality evaluation of potatoes and sweet potatoes: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 96, p. 208–221, 2020.

SCHWINGSHACKL, L.; HOFFMANN, G. Long-term effects of low glycemic index/load vs. high glycemic index/load diets on parameters of obesity and obesity-associated risks: A systematic review and meta-analysis. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 23, n. 8, p. 699–706, 1 ago. 2013.

SHARMA, D. *et al.* Stress induced production of plant secondary metabolites in vegetables: Functional approach for designing next generation super foods. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 192, p. 252–272, 1 dez. 2022.

SHEN, X. L. *et al.* Antimicrobial and physical properties of sweet potato starch films incorporated with potassium sorbate or chitosan. **Food Hydrocolloids**, v. 24, n. 4, p. 285–290, 1 jun. 2010.

SIHACHAKR, D.; DUCREUX, G. Plant regeneration from protoplast culture of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.). **Plant Cell Reports**, v. 6, n. 5, p. 326–328, out. 1987.

SILVA, E. A. *et al.* Batata-doce de polpa roxa: produção de amido e aproveitamento da água residual. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, v. 61, n. 4, 10 out. 2024.

SIMÕES, A. DO N. *et al.* Delaying the harvest induces bioactive compounds and maintains the quality of sweet potatoes. **Journal of Food Biochemistry**, v. 44, n. 8, p. 1–13, 2020.

SRISUWAN, S.; SIHACHAKR, D.; SILJAK-YAKOVLEV, S. The origin and evolution of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.) and its wild relatives through the cytogenetic approaches. **Plant Science**, v. 171, n. 3, p. 424–433, 1 set. 2006.

ST. AMAND, P. C.; RANDLE, W. M. Ethylene production as a possible indicator of wound healing in roots of several sweet potato cultivars. **Euphytica**, v. 53, n. 2, p. 97–102, mar. 1991.

STATHERS, T.; LOW, J. W. Everything you ever wanted to know about sweetpotato. Topic 2: The origin and importance of sweetpotato. **Reaching agents of change ToT manual**, 2018.

STOREY, M. The Harvested Crop. **Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives**, p. 441–470, 1 jan. 2007.

STRIDER, D. L.; MCCOMBS, C. L. Rate of wound phellogen formation in the sweet potato. **American Society for Horticultural Science Proceedings**, 1958.

SU, W. H.; SUN, D. W. Chemical imaging for measuring the time series variations of tuber dry matter and starch concentration. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 140, p. 361–373, 1 ago. 2017.

TAIZ, L. *et al.* **Plant physiology and development**. Sinauer Sunderland, 6. ed., 2014.

TBCA. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). 27 nov. 2023. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tbca>>. Acesso em: 26 nov. 2023

TEDESCO, D. *et al.* Sustainable management of sweet potatoes: A review on practices, strategies, and opportunities in nutrition-sensitive agriculture, energy security, and quality of life. **Agricultural Systems**, v. 210, p. 103693, 1 ago. 2023.

THYBO, A. K. *et al.* Prediction of sensory texture quality attributes of cooked potatoes by NMR-imaging (MRI) of raw potatoes in combination with different image analysis methods. **Journal of Food Engineering**, v. 61, n. 1, p. 91–100, 1 jan. 2004.

TOMLINS, K. I. *et al.* Postharvest handling, transport and quality of sweet potato in Tanzania. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 75, n. 5, p. 586–590, 2000.

TOMLINS, K. I. *et al.* Influence of pre-harvest curing and mechanical injury on the quality and shelf-life of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) in East Africa. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 77, n. 4, p. 399–403, 2002.

TRUONG, V. D. *et al.* Phenolic Acid Content and Composition in Leaves and Roots of Common Commercial Sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) Cultivars in the United States. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 6, p. C343–C349, 1 ago. 2007.

VALADARES, N. R. *et al.* Abordagem bayesiana na avaliação da dissimilaridade em clones de batata-doce. **Scientia Plena**, v. 18, n. 3, p. 1–8, 2022.

VAN OIRSCHOT, Q. E. A. *et al.* Curing and the physiology of wound healing. **Sweet potato postharvest assessment: experiences from East Africa**. Natural Resources Institute, p. 67–84, 2003.

VAN OIRSCHOT, Q. E. A. *et al.* Sweetpotato cultivars differ in efficiency of wound healing. **Postharvest Biology and Technology**, v. 42, n. 1, p. 65–74, 1 out. 2006.

VARGAS, P. F. *et al.* Genetic diversity among sweet potato crops cultivated by traditional farmers. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 3, p. 779–790, 2018.

VIEIRA, D. DE F. A. *et al.* Estudo prospectivo sobre produção de batata-doce no Brasil, desafios e demandas. **Documentos, Embrapa Hortaliças**, n. 194, 2023.

VILLAVICENCIO, L. E. *et al.* Temperature Effect on Skin Adhesion, Cell Wall Enzyme Activity, Lignin Content, Anthocyanins, Growth Parameters, and Periderm Histochemistry of Sweetpotato. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 132, n. 5, p. 729–738, 1 set. 2007.

VIMALA, B.; NAMBISAN, B.; HARIPRAKASH, B. Retention of carotenoids in orange-fleshed sweet potato during processing. **Journal of Food Science and Technology**, v. 48, n. 4, p. 520–524, 3 ago. 2011.

WALTER, W. M. J.; SCHADEL, W. E. A Rapid Method for Evaluating Curing Progress in Sweet Potatoes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 107, n. 6, p. 1129–1133, 1 nov. 1982.

WANG, S. *et al.* Nitrogen Uptake, Growth and Yield Response of Orange-fleshed Sweet potato (*Ipomoea Batatas* L.) To Potassium Supply. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 51, n. 2, p. 175–185, 19 jan. 2020a.

WANG, C. *et al.* Postharvest benzothiazole treatment enhances healing in mechanically damaged sweet potato by activating the phenylpropanoid metabolism. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 100, n. 8, p. 3394–3400, 1 jun. 2020b.

WANG, S.; NIE, S.; ZHU, F. Chemical constituents and health effects of sweet potato. **Food Research International**, v. 89, p. 90–116, 1 nov. 2016.

WANG, W. *et al.* Oral Hepatoprotective Ability Evaluation of Purple Sweet Potato Anthocyanins on Acute and Chronic Chemical Liver Injuries. **Cell Biochemistry and Biophysics**, v. 69, n. 3, p. 539–548, 18 jan. 2014.

WANG, X. *et al.* Preharvest Foliar Applications of Ethephon Increase Skin Lignin/Suberin Content and Resistance to Skinning in Sweetpotato Storage Roots. **HortScience**, v. 48, n. 10, p. 1270–1274, 1 out. 2013.

WEI, S.; LU, G.; CAO, H. Effects of cooking methods on starch and sugar composition of sweetpotato storage roots. **PloS one**, v. 12, n. 8, 1 ago. 2017.

WEIMER, J. L.; HARTER, L. L. Wound cork formation in the sweet potato. **Journal of Agricultural Research**, v. 21, p. 637–647, 1921.

WOOLFE, J. A. **Sweet Potato: An Untapped Food Resource**. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.

WU, Q. *et al.* Characterization, antioxidant and antitumor activities of polysaccharides from purple sweet potato. **Carbohydrate Polymers**, v. 132, p. 31–40, 5 nov. 2015.

XIE, Y. *et al.* Radio frequency puffing of purple sweet potato nutritious snacks. **Journal of Food Engineering**, v. 367, p. 111894, 1 abr. 2024.

YAN, H. *et al.* Overexpression of CuZnSOD and APX enhance salt stress tolerance in sweet potato. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 109, p. 20–27, 1 dez. 2016.

ZHANG, B. *et al.* Principles, developments and applications of computer vision for external quality inspection of fruits and vegetables: A review. **Food Research International**, v. 62, p. 326–343, 1 ago. 2014.

ZHANG, J. *et al.* Sugar reduction process of purple sweet potato concentrated juice by microbial fermentation for improved performance of natural pigments. **Biochemical Engineering Journal**, v. 191, p. 108781, 1 fev. 2023a.

ZHANG, J. *et al.* Effects of different sources of cellulose on mechanical and barrier properties of thermoplastic sweet potato starch films. **Industrial Crops and Products**, v. 194, p. 116358, 1 abr. 2023b.

ZHANG, M. *et al.* Protective effects of anthocyanins from purple sweet potato on acute carbon tetrachloride-induced oxidative hepatotoxicity fibrosis in mice. **Food and Agricultural Immunology**, v. 27, n. 2, p. 157–170, 3 mar. 2016.

ZHANG, M. *et al.* Effect of ultrasound-assisted dough fermentation on the quality of dough and steamed bread with 50% sweet potato pulp. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 82, p. 105912, 1 jan. 2022.

ZHAO, J. G. *et al.* In vivo antioxidant, hypoglycemic, and anti-tumor activities of anthocyanin extracts from purple sweet potato. **Nutrition Research and Practice**, v. 7, n. 5, p. 359–365, 1 out. 2013.

ZHU, F. Underutilized and unconventional starches: Why should we care? **Trends in Food Science & Technology**, v. 100, p. 363–373, 1 jun. 2020.

ZHU, F.; WANG, S. Physicochemical properties, molecular structure, and uses of sweetpotato starch. **Trends in Food Science & Technology**, v. 36, n. 2, p. 68–78, 1 abr. 2014.

SEGUNDA PARTE - ARTIGO

ARTIGO - IMPACTO DA CURA NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE BATATA-DOCE 'BLESBOK'

Elaborado de acordo com a Norma NBR 6022 (ABNT, 2018)

Elano Pinheiro Pereira¹, Lucimeire Pilon², Eduardo Valério de Barros Vilas Boas¹

¹Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

²Embrapa Hortaliças, 70275-970, Brasília, Distrito Federal, Brasil.

RESUMO

Apesar dos inúmeros benefícios proporcionados pelo processo de cura da batata-doce, ele não é difundido no Brasil, país onde observou-se, nos últimos anos, aumentos de produção, exportação, consumo e, paralelamente, perdas dessa hortaliça. Como resposta às demandas da cadeia produtiva de batata-doce brasileira, este estudo teve como objetivo gerar informações sobre o processo de cura no Brasil, avaliando seus efeitos em relação aos atributos de qualidade da cultivar de batata-doce Blesbok, a mais plantada no país. Para isso, raízes foram submetidas à cura por sete dias, sendo, ao final dessa etapa, armazenadas em câmara fria por quarenta dias. Para fins de comparação, outro lote de raízes foi destinado diretamente à câmara fria, não sendo submetido ao processo de cura. Ao longo da cura, quando comparadas com as raízes não curadas, as raízes curadas apresentaram maiores teores de açúcares totais, açúcares não redutores, atividade antioxidante (fosfomolibdênio), ácido *trans*-cinâmico e deposição de suberina. Em relação ao período de armazenamento refrigerado, as raízes curadas apresentaram as menores perdas de massa e maiores teores de açúcares totais, açúcares não redutores e deposição de suberina. As fotos obtidas por microscopia eletrônica de varredura permitiram acompanhar o processo de degradação do amido e parede celular, o que corroborou os resultados das análises de açúcares e firmeza. Além disso, o processo de cura contribuiu de forma significativa com a aparência visual das raízes e proteção contra patógenos. A aplicação do processo de cura preservou a qualidade pós-colheita da cultivar de batata-doce Blesbok, favorecendo seu aspecto visual, vida útil e atributos de qualidade durante a cura e o armazenamento.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas* (L.) Lam; açúcares; amido; suberina; microscopia.

ABSTRACT

Despite the numerous benefits, the sweet potato curing process is not widespread in Brazil, a country where increases in production, exportation, consumption, and simultaneous losses of this vegetable have been observed in recent years. In response to the demands of the Brazilian sweet potato production chain, this study aimed to generate information about the curing process in Brazil, evaluating its effects on the quality attributes of the Blesbok sweet potato cultivar, the most cultivated in the country. For this purpose, roots were subjected to curing for seven days, and at the end of this stage, stored in a cold room for forty days. For comparison purposes, another batch of roots was directly placed into the cold room without undergoing the curing process. Throughout the curing process, cured roots showed higher values of total sugars, non-reducing sugars, antioxidant activity (phosphomolybdenum), trans-cinnamic acid and suberine deposition when compared to uncured roots. Regarding the days of refrigerated storage, cured roots showed lower mass loss values and higher values of total sugars, non-reducing sugars, and suberine deposition. Scanning electron microscopy images enabled monitoring the degradation process of starch and cell wall, which aligned with the results obtained in sugar and firmness analyses. Additionally, the curing process significantly contributed to the visual appearance of the roots and protection against pathogens. The application of the curing process preserved the postharvest quality of the sweet potato 'Blesbok', favoring its visual aspect, shelf life, and quality attributes during curing and storage.

Keywords: *Ipomoea batatas* (L.) Lam; sugars; starch; suberin; microscopy.

1 INTRODUÇÃO

A batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] é uma hortaliça cultivada em diversos países (Alam, 2021; Sánchez *et al.*, 2019) e representa uma importante fonte de nutrientes, sendo vista como um agente promotor da saúde humana (Ji *et al.*, 2022; Kim *et al.*, 2021). No Brasil, essa cultura apresentou um crescimento significativo nos últimos anos, tanto em produção e exportação (FAOSTAT, 2024), quanto em relação ao seu consumo (IBGE, 2011, 2020). Todavia, paralelamente a esses aumentos, também houve um acréscimo das perdas dessa hortaliça (FAOSTAT, 2024), que podem ocorrer tanto de forma quantitativa como qualitativa (Junior; Soares, 2020).

Para contornar esse problema, faz-se necessária a aplicação de técnicas pós-colheita adequadas, a fim de preservar ao máximo os atributos das raízes (Krochmal-Marczak *et al.*, 2020; Sánchez; Vasilenko; Santos, 2021). A cura da batata-doce é um processo centenário (Artschwager; Starrett, 1931; McClure, 1960; Weimer; Harter, 1921), comumente aplicado em países do hemisfério Norte, que promove uma maior durabilidade e manutenção da qualidade das raízes por induzir, de forma rápida, a cicatrização de lesões, quando as raízes são submetidas à temperatura, umidade relativa e ventilação controladas (Ji *et al.*, 2022; Pilon; Silva, 2021).

Durante a cura, a superfície do ferimento seca, ocorrendo a deposição de lignina e suberina e, por fim, a formação de uma nova periderme (Ji *et al.*, 2022). A lignina e a suberina são derivadas da rota dos fenilpropanoides, responsável pela produção de compostos fenólicos, que pode ser intensificada pelo calor (Sharma *et al.*, 2022). Os fenólicos, por sua vez, são reconhecidos como compostos bioativos, e o aumento da sua produção devido às altas temperaturas da unidade de cura pode contribuir de forma positiva com a atividade antioxidante e potencial funcional das raízes (Kim *et al.*, 2019).

Diversos estudos já foram realizados comprovando a eficácia da cura na conservação pós-colheita de batatas-doces (Liu *et al.*, 2023; Sugri *et al.*, 2019; Tedesco *et al.*, 2023) e sobre como diferentes ambientes de cultivo e cultivares podem influenciar nos resultados dessa prática (Anderson *et al.*, 2021; Kou *et al.*, 2023). Porém, esse processo não é difundido no Brasil e, devido à escassez de estudos, não se sabe ao certo os efeitos da aplicação dessa técnica nos genótipos plantados em solo brasileiro.

Com base no aumento da produção e exportação, na tendência de consumo de alimentos de melhor qualidade e nas perdas pós-colheita dessa hortaliça, torna-se essencial a difusão do processo da cura da batata-doce no Brasil. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo estudar o efeito da cura sobre os atributos físicos e químicos da cultivar Blesbok, comumente conhecida como “Canadense”, a variedade mais consumida e produzida no Brasil, durante o processo de cura e armazenamento, como resposta às demandas da cadeia produtiva de batata-doce. Destaca-se que, até o presente momento, não foram realizadas pesquisas sobre o efeito da cura em relação aos atributos de qualidade de batatas-doces plantadas no Brasil, o que demonstra o ineditismo deste trabalho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Plantio, colheita e manuseio pós-colheita

As batatas-doces da cultivar Blesbok foram produzidas na Fazenda Alvorada, Cristalina-GO (16°14'12"S 47°20'49"O, 920 m acima do nível do mar), de acordo com as condições de cultivo da região. As ramas foram plantadas no dia 12/12/2022 e a colheita realizada no dia 06/06/2023 (176 dias após o plantio), de forma semimecânica. Foram colhidos aproximadamente 700 kg de raízes.

As raízes foram transportadas para o Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos (LCTA) da Embrapa Hortaliças (Brasília-DF). Após a recepção, as batatas-doces foram acondicionadas em caixas plásticas vazadas (polietileno de alta densidade), com cada caixa contendo 60-70 raízes (21-23 kg). As raízes foram separadas em dois lotes, um destinado ao processo de cura e outro para câmara fria (armazenamento refrigerado). Cada lote consistiu de seis repetições e cada repetição composta por duas caixas. Dentro da unidade de cura e câmara fria seguiu-se um delineamento inteiramente casualizado.

No dia 07/06/2023 (um dia após a colheita) um dos lotes foi transferido para a unidade de cura de batatas-doces da Embrapa Hortaliças, onde permaneceu por 7 dias à $28,16 \pm 0,22$ °C e $92,54 \pm 2,47\%$ de umidade relativa (U.R.) e o outro para câmara fria, onde permaneceu à $14,28 \pm 0,36$ °C e $85,03 \pm 9,90\%$ de U.R. até o fim do experimento. Finalizado o tempo de cura, o lote de batatas-doces curadas foi transferido para a mesma câmara fria em que estava o lote de raízes não curadas, onde permaneceu por 40 dias, contados a partir do fim do processo de cura.

Foram realizadas análises um dia após a colheita (T0), no quarto (C4), quinto (C5), sexto (C6) e sétimo (C7) dias após o início do processo de cura, e no vigésimo (A20) e quadragésimo (A40) dias de armazenamento refrigerado, após o fim do processo de cura. Em cada tempo, foram retiradas duas raízes de cada caixa, totalizando quatro raízes por repetição e 24 raízes por tratamento. Ao final de cada dia de análise, as raízes de cada amostragem foram descascadas, fatiadas em um processador manual e congeladas à -18 °C para análises posteriores. As análises foram realizadas no LCTA da Embrapa Hortaliças e no Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças (LPCFH) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

2.2 Análises

2.2.1 Avaliação Visual

Para avaliação visual, no início do experimento, foram selecionadas e identificadas duas raízes de cada caixa, sendo feitos quatro ferimentos (ranhuras) transversais em cada uma. Em cada tempo, foram tiradas fotos para acompanhamento do processo de cicatrização.

2.2.2 Perda de massa

Para determinação da perda de massa, um dia após a colheita, cinco raízes de cada caixa foram selecionadas, identificadas e tiveram suas massas aferidas em balança analítica (Marte, AS5000C, Brasil). Em cada dia de análise, as raízes foram novamente pesadas. Os resultados foram calculados com base na diferença entre a massa inicial e a massa final das batatas-doces, de acordo com a equação 1, sendo os resultados expressos em porcentagem.

$$Perda\ de\ massa\ (\%) = \frac{Massa\ inicial\ (g) - Massa\ final\ (g)}{Massa\ inicial\ (g)} \times 100 \quad (1)$$

2.2.3 Cor

A cor foi determinada com o uso de um colorímetro (Konica Minolta, Chroma Meter CR-400, Japão), usando o sistema CIE LCh, onde o L*, C* e °h representam a claridade, cromaticidade e ângulo hue (tonalidade), respectivamente. As leituras foram realizadas em duas batatas-doces de cada caixa. As raízes foram cortadas ao meio no sentido horizontal, sendo realizada uma leitura no centro da polpa de cada metade, totalizando 48 leituras por tratamento.

2.2.4 Açúcares redutores, não redutores e totais

Os açúcares redutores, não redutores e totais foram quantificados pelo teste de DNS, segundo a metodologia descrita por Maldonade *et al.* (2013). Para elaboração do extrato, 3 g provenientes de raízes das duas caixas de cada repetição

foram pesados em tubos Falcon usando uma em balança analítica (BEL, UMark 250A, Brasil). Aos tubos, foram adicionados 25 mL de água destilada, seguido por uma homogeneização (Tecnal, Turratrec TE-102, Brasil) por 2 min. As amostras foram centrifugadas (Sorvall, RC-6 plus, Alemanha) (26.890 g, 25 °C) por 15 min. Uma alíquota de 5 mL do sobrenadante de cada amostra foi diluída em um balão volumétrico de 25 mL, sendo o volume completado com água destilada. Para quantificação de açúcares redutores, as amostras foram submetidas ao teste de DNS, em que 1 mL do extrato diluído foi transferido para um tubo de ensaio seguido pela adição de 1 mL do reagente DNS. Os tubos foram agitados e levados para banho-maria fervente (Quimis, Q-215-2, Brasil), a aproximadamente 100 °C, onde permaneceram por 5 min. As amostras foram resfriadas em banho de gelo e, em seguida, foram adicionados aos tubos 16 mL da solução de tartarato duplo de potássio. A leitura foi realizada em espectrofotômetro (Agilent, G1103A, China) a 540 nm, sendo o branco constituído por água destilada no lugar da amostra. Para determinação dos açúcares totais as amostras foram submetidas a uma hidrólise prévia. Para isso, foram pipetados 2 mL do extrato diluído em um tubo e adicionados, em seguida, 2 mL de HCl 2N. Os tubos foram levados para banho maria fervente onde permaneceram por 10 min. As amostras foram resfriadas em banho de gelo e feita a adição de 2 mL de NaOH 2N. Após a agitação, 1 mL das amostras foi submetido ao teste de DNS. O teor de açúcares não redutores foi obtido pela subtração dos açúcares totais e redutores. Os resultados foram calculados com o uso de uma curva padrão produzida a partir de uma diluição seriada de uma solução de glicose (1 g L^{-1}), sendo os resultados expressos em porcentagem (%). Foi preparado um extrato por repetição, sendo feitas triplicatas de cada extrato.

2.2.5 Firmeza

A firmeza foi mensurada com base na metodologia descrita por Walter *et al.* (2003). Para isso foi utilizado um texturômetro (Texture analyser, TA-XT plus, Reino Unido), com uma sonda de 4 mm, a uma velocidade de pré-teste de 2 mm/s, velocidade de teste de 1,6 mm/s, velocidade de pós-teste 10 mm/s e uma distância de 12,10 mm. Foram selecionadas duas raízes aleatórias de cada caixa. Em cada raiz foram feitas duas medições, ambas na parte central, em lados opostos, totalizando 48 medições por tratamento. Os resultados foram expressos em Newtons (N).

2.2.6 Amido e parede celular

Em cada tempo de análise, foram coletadas, amostras provenientes de duas raízes de cada tratamento, utilizando um bisturi. As amostras foram rapidamente armazenadas em microtubos contendo solução Karnovisk's e armazenadas (4 °C). No dia da análise, a solução Karnovisk's foi retirada e substituída por uma solução de glicerol 30%, seguido por um período de repouso de 30 min. A solução de glicerol foi retirada e as amostras foram imersas em nitrogênio líquido, sendo realizados cortes após o congelamento. Em seguida, as batatas-doces foram transferidas de volta para os microtubos, onde foi realizada uma lavagem com água destilada e seis secagens em acetona (25%, 50%, 75%, 90% e duas vezes em acetona 100%), cada uma com duração de 10 min. Em seguida, as amostras foram acopladas em *stubs* e realizada a secagem ao ponto crítico (Baltec, SCD 050, Alemanha). Para a observação das amostras, foi utilizado um microscópio eletrônico de varredura com emissão de campo (Tescan, CLARA, República Tcheca), operando a uma tensão de aceleração de 5 keV e uma ampliação de 1 Kx.

2.2.7 Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante

O preparo dos extratos para análise de compostos fenólicos e atividade antioxidante foi realizado conforme Larrauri *et al.* (1997). Aproximadamente 3 g de batatas-doces provenientes de cada repetição foram pesados em tubos Falcon e feita a adição de 40 mL de uma solução composta por acetona 70% e metanol 50%, sendo a amostra homogeneizada por 2 min (Tekmar, Tissumizer SDT-1880, Alemanha). Os tubos foram levados para o banho ultrassônico (UNIQUE, USC-1600A, Brasil), onde permaneceram por 30 min e, em seguida, centrifugados (10.000 g, 4°C) por mais 30 min. O sobrenadante foi transferido para um balão volumétrico de 50 mL e o volume completado com a solução extratora.

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado segundo a metodologia descrita por Medina (2011). Para isso, 250 µL da diluição de cada extrato foi pipetada em um poço de microplaca, seguido pela adição de 25 µL do reagente Fast Blue 0,01% e 25 µL de hidróxido de sódio 5%. As amostras foram mantidas em repouso, no escuro, por 90 min, sendo realizada após esse tempo, leitura em espectrofotômetro (420 nm) (Biochron, EZ Read 2000, Reino Unido). Para o branco, foi utilizada água

destilada no lugar da amostra. Os cálculos foram realizados com base em uma curva padrão produzida a partir de uma diluição seriada de uma solução de ácido gálico (2 mg mL^{-1}), sendo os resultados expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico por 100 gramas de amostra ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ EAG). Foram preparadas triplicatas para cada repetição.

A atividade antioxidante pelo complexo fosfomolibdênio foi realizada de acordo com Prieto *et al.* (1999). Uma alíquota de $50 \text{ }\mu\text{L}$ de cada extrato foi pipetada em um tubo, seguida pela adição de $450 \text{ }\mu\text{L}$ de água destilada e $1,5 \text{ mL}$ da solução complexo fosfomolibdênio. Os tubos foram parcialmente vedados com tampas rosqueáveis e levados para o banho-maria (Novatecnica, NT 230, Brasil) onde permaneceram por 90 min a $95 \text{ }^\circ\text{C}$. Após esse tempo, os tubos foram colocados em banho de gelo por 5 min , sendo feita, em seguida, leitura em espectrofotômetro (695 nm). Para o branco, foi utilizada água destilada no lugar da amostra. Os cálculos foram realizados com base em uma curva padrão produzida a partir de uma diluição seriada de uma solução de ácido ascórbico (10 mg mL^{-1}), sendo os resultados expressos em miligramas de equivalente de ácido ascórbico por 100 gramas de amostra ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ EAA). Foram preparadas triplicatas para cada repetição.

A atividade antioxidante pela captura do radical livre $\text{ABTS}^{\cdot+}$ foi realizada de acordo com Rufino *et al.* (2007). Uma alíquota de $30 \text{ }\mu\text{L}$ de cada extrato foi pipetada em um tubo de ensaio seguida pela adição de 3 mL da solução radical $\text{ABTS}^{\cdot+}$. Os tubos foram mantidos em repouso, no escuro, por 6 min . Após o tempo, foi realizada leitura em espectrofotômetro (734 nm), sendo utilizado etanol para o branco. Os resultados foram expressos em porcentagem de redução do radical conforme a equação 2. Foram preparadas triplicatas para cada repetição.

$$\text{Redução (\%)} = \frac{\text{Absorbância controle} - \text{Absorbância amostra}}{\text{Absorbância controle}} \times 100 \quad (2)$$

2.2.8 Fenilalanina amônia-liase

A quantificação da atividade da enzima fenilalanina amônia-liase (FAL) foi realizada com base na metodologia descrita por Peixoto *et al.* (1999). Para elaboração do extrato, uma porção de batata-doce proveniente de duas repetições foi imersa em nitrogênio líquido e macerada. Dessa amostra, foram pesados $0,1 \text{ g}$ que foram homogeneizados em 10 mL de tampão borato $0,1 \text{ M}$ e então centrifugados (12.000 g ,

4 °C) por 20 min, sendo o sobrenadante filtrado em lã de vidro. Para determinação, foi adicionado a um tubo de ensaio 1 mL do extrato e 1 mL de tampão borato 0,2 M. Os tubos foram levados para banho-maria (36 °C) e, após 5 min, foi feita a adição de 1 mL de L-fenilalanina 0,1 M. Após 1h em banho-maria foi feita a adição de 0,1 mL de HCl 6 M, sendo realizada uma agitação e, em seguida, leitura em espectrofotômetro a 290 nm. Para preparo do branco, foi utilizado tampão borato no lugar da amostra, enquanto para o controle, foi utilizada água destilada em vez da solução de L-fenilalanina. Os resultados foram expressos em $\text{mM min}^{-1} \text{g}^{-1}$ (KAT). Foram preparados três extratos por tratamento e triplicata para cada extrato.

2.2.9 Ácido *trans*-cinâmico

A elaboração do extrato para a determinação de ácido *trans*-cinâmico foi realizada segundo metodologia descrita por Ramaiya *et al.* (2013). Uma amostra de 2,5 g de batata-doce provenientes de duas repetições foi triturada com 20 mL de metanol 70% (grau HPLC). Os extratos foram então centrifugados (10.000 g, 4 °C) por 15 min, levados para banho ultrassônico (Odontobrás, Ultra sonic 1440 plus, Brasil), onde permaneceram por 40 min, sendo então filtrados (14 μm) e armazenados em frascos âmbar de 2 mL. A quantificação foi realizada em cromatógrafo líquido de alta eficiência (Shimadzu, SPD-20A, Japão) equipado com quatro bombas de alta pressão (LC-20AT), com um detector de arranjo de diodos (SPD-M20A), desgaseificador (DGU-20A5), interface de CBM-20A, forno (CTO-20AC) e amostrador automático (SIL-20A). A separação do composto foi realizada usando uma coluna Shimadzu Shim-pack ODS GVP-C18 (4,6 x 250 mm, 5 mm) ligada a uma pré-coluna Shimadzu-pack ODS GVP-C18 (4,6 x 10 mm, 5 μm). A fase móvel constituiu-se de 2% de ácido acético em água deionizada (v/v) (Fase móvel A) e metanol/água/ácido acético na proporção 70:28:2 (v/v/v) (Fase móvel B), a uma taxa de fluxo de 1,0 mL min^{-1} com um programa de eluição de gradiente e tempo de execução de 60 min. O volume de injeção foi de 20 μL , sendo o teor de ácido *trans*-cinâmico detectado a 280 nm. Os cálculos foram feitos com base em uma curva padrão feita a partir de uma diluição seriada de uma solução de ácido *trans*-cinâmico, sendo os resultados expressos em $\mu\text{g 100 g}^{-1}$. Foram preparados três extratos por tratamento.

2.2.10 Deposição de suberina

A análise de deposição de suberina foi realizada com base na metodologia descrita por Yang *et al.* (2020), sendo adotado o mesmo procedimento de amostragem realizado para análise de visualização do amido e parede celular. As amostras que estavam em Karnovisk's foram colocadas em cacodilato de sódio 0,05 M (pH 7,2) e deixadas em repouso por 10 min, sendo, em seguida, lavadas três vezes com água destilada. As amostras foram cortadas em um Criostato (Leica, CM1860, Alemanha) em uma espessura aproximada de 100 μ m. Em seguida, foi adicionado às amostras 5 μ L da solução vermelho do Nilo 0,01% em DMSO puro, deixando-as em repouso por 5 min no escuro. Foi utilizado um microscópio laser confocal (ZEISS, LSM 780, Alemanha) equipado com uma lente objetiva (EC Plan-Neofluar 10x/0.30 M27) em uma aproximação de 10 kx, modo de escaneamento plano, filtros de 600-640 nm, utilizando lasers de 543 nm a uma potência de 20% e 488 nm à 5%. Foi empregado o software ImageJ (SCHNEIDER *et al.*, 2012) para medição da espessura da camada de suberina depositada, sendo coletados 10 pontos por foto.

2.3 Estatística

Afim de se avaliar o comportamento das batatas-doces ao longo do processo de cura e seus efeitos durante o armazenamento, foram comparados os dados durante a cura (T0, C4, C5, C6 e C7) e após o seu término (T0, C7, A20 e A40). Os resultados foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software STATISTICA (STATSOFT Inc., 2011). A análise multivariada de componentes principais (ACP) foi realizada no software SAS University Edition (SAS INSTITUTE INC., 2021). Para elaboração dos gráficos foi utilizado o programa Origin (ORIGINLAB CORPORATION, 2021).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise visual foi constatado que as batatas-doces submetidas à cura apresentaram melhor cicatrização que as não curadas, sendo esse processo percebido já no quarto dia após o início do processo (Figura 1). Esse efeito foi notado não apenas nas quatro abrasões induzidas, mas também nos demais ferimentos presentes nas raízes, decorrentes da colheita e do manuseio. Apenas a partir do tempo A20, pôde ser percebido, visualmente, o processo de cicatrização nas raízes não curadas. Esses resultados enfatizam a aptidão da cultivar Blesbok à cicatrização de lesões quando submetida a esse processo, algo positivo, pois esse comportamento pode variar entre as diferentes variedades de batatas-doces (Sugri *et al.*, 2019), como observado no estudo realizado por Ji *et al.* (2022), em que mesmo após a submissão de raízes da cultivar Pungwonmi à etapa de cura, elas permaneceram com aspecto visual semelhante às aquelas não curadas.

Figura 1 - Raízes de batatas-doces curadas e não curadas um dia após a colheita (T0), no quarto (C4), no quinto (C5), no sexto (C6) e no sétimo (C7) dia após o início do processo de cura e no vigésimo (A20) e no quadragésimo (A40) dia de armazenamento.



Fonte: Lucimeire Pilon (2023).

Além de cicatrizarem de forma mais lenta, as raízes A20 e A40, que não passaram pela unidade de cura, apresentaram infestações por fungos do gênero *Fusarium* e *Cladosporium*, localizadas, principalmente, em partes expostas (ferimentos) (Figura 2). Sabe-se que batatas-doces que sofreram injúrias mecânicas podem ser facilmente colonizadas por fungos e outros patógenos, sendo esse um dos principais fatores que levam ao seu detrimento durante o armazenamento (Cao *et al.*, 2021; Da Silva; Clark, 2013; Wang *et al.*, 2020;). Porém, com a cicatrização de lesões, as raízes curadas se tornam menos susceptíveis a esses danos (Liu *et al.*, 2023; Sugri *et al.*, 2019). É importante ressaltar que mesmo estando na mesma câmara fria que as raízes não curadas, as raízes curadas não demonstraram sinais de infecção por patógenos, ao longo do experimento.

Figura 2- Batatas-doces não curadas com sinais de infestação por patógenos.

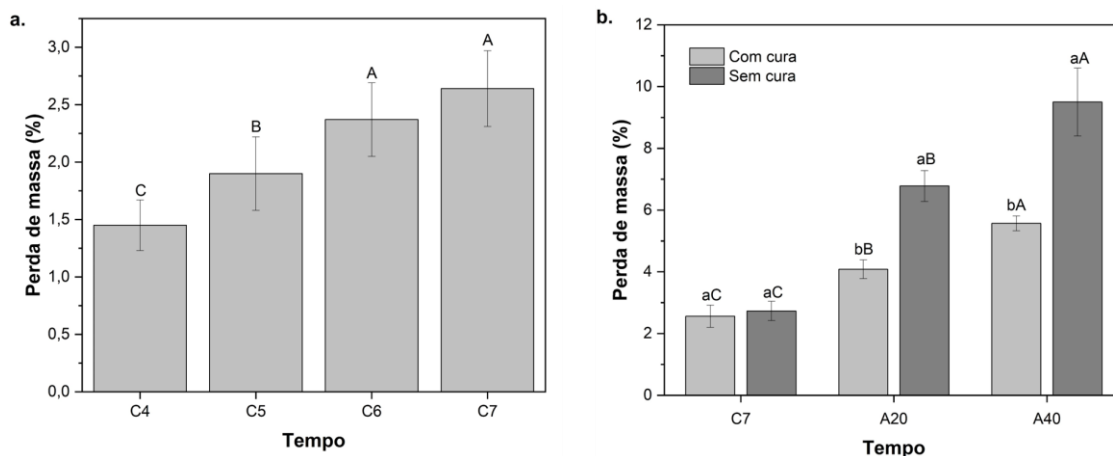


Fonte: Do autor (2023).

A perda de massa da batata-doce curada foi semelhante à não curada, durante os sete dias relativos ao processo de cura, mesmo a cura se dando à 28 °C e a batata-doce não curada sendo armazenada diretamente na câmara fria, à 14 °C. Notou-se durante esse período, aumento da perda de massa, sendo a maior perda registrada em C6 e C7 (2,37 e 2,64%) (Figura 3a). Durante os 40 dias de armazenamento refrigerado (após período de cura), as raízes não curadas apresentaram perda de massa 66% e 70% maior que as raízes curadas, aos 20 e 40 dias, respectivamente (Figura 3b). De fato, devido à cicatrização dos ferimentos, as raízes curadas passam a apresentar um decréscimo em sua taxa respiratória e, conseqüentemente, uma

menor perda de massa (CAO *et al.*, 2021), que é um reflexo também da redução das taxas de transpiração.

Figura 3 - Perda de massa de batatas-doces da cultivar Blesbok durante o processo de cura (a) e o armazenamento refrigerado (b).



Legenda: C4: Quarto dia de cura; C5: Quinto dia de cura; C6: Sexto dia de cura; C7: Sétimo dia de cura; A20: Vigésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura; A40: Quadragésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura. Letras minúsculas iguais dentro do mesmo tempo e maiúsculas iguais entre os tempos não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

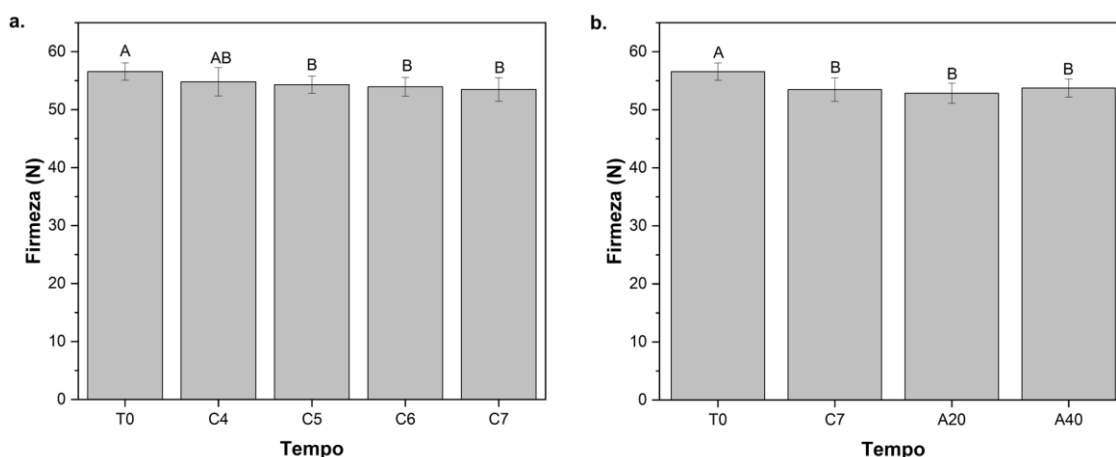
Fonte: Do autor (2024).

A manutenção dos atributos de qualidade da batata-doce durante o armazenamento a longo prazo é um desafio (Cao *et al.*, 2021). O armazenamento refrigerado dessa hortaliça prolonga sua vida útil, todavia, consequências indesejáveis que acarretam em prejuízos econômicos, como a perda de massa, além de inevitáveis podem ser intensificadas por danos mecânicos, que contribuem para o aumento da atividade respiratória das raízes (Chitarra; Chitarra, 2005; Yuan *et al.*, 2024). Logo, a cura se destaca entre as técnicas de conservação utilizadas para contornar esse problema (Krochmal-Marczak *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2024). A perda de massa de 5,57% observada nas raízes curadas da cultivar Blesbok, após 40 dias de armazenamento (Figura 3b) é semelhante às perdas reportadas por Sugri *et al.* (2019), que variaram de 5,5 a 6,1%, em quatro cultivares de batatas-doces submetidas ao processo de cura, após 8 semanas de armazenamento.

A firmeza da batata-doce não foi influenciada pela cura, embora tenha sido pelo tempo. A firmeza permaneceu estável ao longo do período relativo à cura e do armazenamento refrigerado, embora a firmeza das raízes recém colhidas (T0) tenha

sido superior à das raízes em C5, C6, C7, A20 e A40 (Figuras 4a e 4b). Decréscimo de 5% na firmeza foi observado ao se comparar as raízes no primeiro dia de análise (56,56 N) e aos 40 dias de armazenamento refrigerado (53,73 N) (Figura 4b).

Figura 4 - Firmeza de batatas-doces da cultivar Blesbok durante o processo de cura (a) e o armazenamento (b).



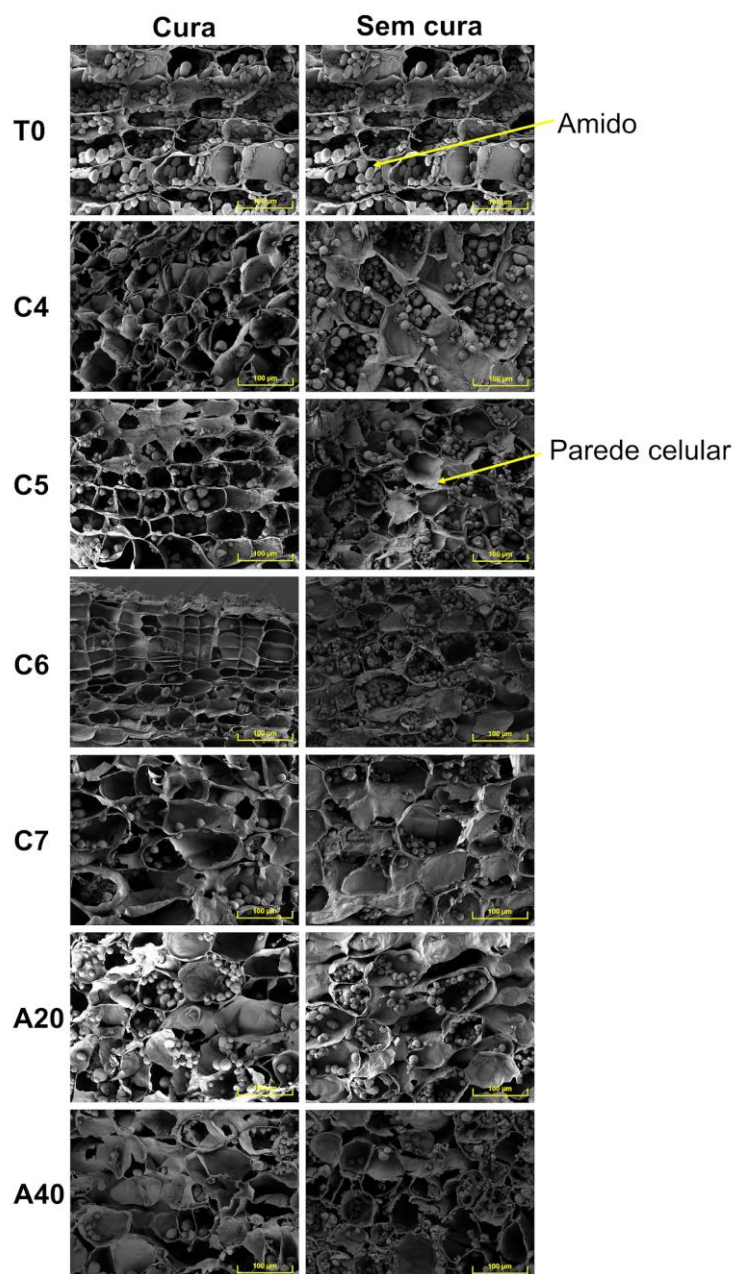
Legenda: N: Newtons; T0: Um dia após a colheita; C4: Quarto dia de cura; C5: Quinto dia de cura; C6: Sexto dia de cura; C7: Sétimo dia de cura; A20: Vigésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura; A40: Quadragésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura. Letras minúsculas iguais dentro do mesmo tempo e maiúsculas iguais entre os tempos não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2024).

A redução da firmeza das batatas-doces após a colheita pode ser relacionada às mudanças estruturais internas que ocorrem durante esse período (Zaccari; Cabrera; Saadoun, 2019). Com o avanço do tempo, a parede celular começa a sofrer processos de degradação, o que acarreta a redução da firmeza das raízes (Taiz *et al.*, 2014). Esse processo pôde ser observado nas fotos provenientes da microscopia eletrônica de varredura (MEV) (Figura 5), onde nota-se, com o avançar do tempo, aumento da degradação da parede celular para ambos os tratamentos. Sabe-se que, após a colheita, as raízes mantêm o seu metabolismo ativo o que pode levar ao consumo de água e nutrientes, causando alterações em seus atributos (Yuan *et al.*, 2024). Ressalta-se que, somado às mudanças dos seus componentes, a perda de água devido ao processo de respiração e transpiração pode levar ao murchamento e, conseqüentemente, uma menor firmeza (Chitarra; Chitarra, 2005). A perda de firmeza observada na batata-doce 'Blesbok' corrobora os relatos de Sanchez *et al.* (2021) e

Yuan *et al.* (2024) que observaram redução de 21% e 0,38% na firmeza de batatas-doces armazenadas à 15 °C, por 21 e 8 dias, respectivamente.

Figura 5 - Grânulos de amido e parede celular de batatas-doces da cultivar Blesbok durante o processo de cura e o armazenamento observados por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).



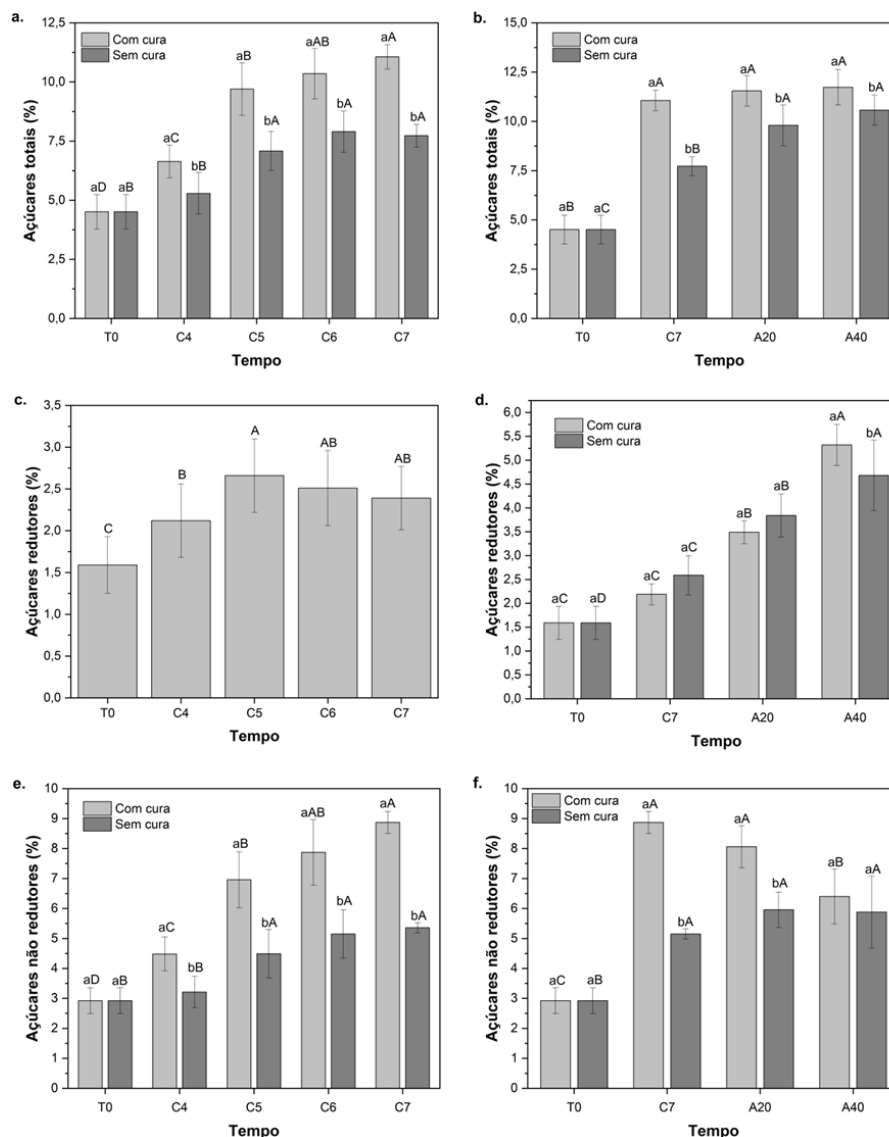
Legenda: T0: Um dia após a colheita; C4: Quarto dia de cura; C5: Quinto dia de cura; C6: Sexto dia de cura; C7: Sétimo dia de cura; A20: Vigésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura; A40: Quadragésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura.

Fonte: Do autor (2024).

Houve efeito da interação entre os fatores cura e tempo, tanto nos 7 dias iniciais de avaliação, quanto nos 40 dias posteriores, para açúcares totais, redutores e não redutores, exceção feita aos açúcares redutores, influenciados apenas pelo tempo, nos primeiros 7 dias de avaliação.

No primeiro período de avaliação, notou-se aumento dos açúcares totais e não redutores, a partir do quarto dia, para as raízes sob processo de cura e a partir do quinto dia, para as não curadas (Figuras 6a e 6e). O aumento foi mais intenso nas raízes curadas. Já no segundo período de avaliação, nenhuma diferença foi observada para ambas as variáveis entre as raízes curadas ao entrarem na câmara fria (C7) e após 20 dias de armazenamento refrigerado (Figuras 6b e 6f). Entre 20 e 40 dias de armazenamento, o teor de açúcares totais e não redutores das batatas-doces curadas mantiveram-se estáveis e caíram, respectivamente (Figuras 6b e 6f). Por outro lado, o teor de açúcares totais das raízes não curadas A20 e A40 foi superior ao das raízes em C7, enquanto nenhuma variação nos açúcares não redutores foi observada nesse período (Figuras 6b e 6f). Quanto aos açúcares redutores, observou-se aumento médio em seus teores, independente da cura, durante os 5 primeiros dias, seguido de estabilização até o sétimo dia de cura (Figura 6c). Já no segundo período de avaliação, houve um aumento do teor de açúcares redutores, em que os maiores valores, para ambos tratamentos, foram observados no quadragésimo dia de armazenamento, sendo o teor de açúcares das raízes curadas superior ao das não curadas neste tempo (Figura 6d).

Figura 6 - Açúcares totais (a-b), redutores (c-d) e não redutores (e-f) de batatas-doces da cultivar Blesbok durante o processo de cura e o armazenamento.



Legenda: T0: Um dia após a colheita; C4: Quarto dia de cura; C5: Quinto dia de cura; C6: Sexto dia de cura; C7: Sétimo dia de cura; A20: Vigésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura; A40: Quadragésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura. Letras minúsculas iguais dentro do mesmo tempo e maiúsculas iguais entre os tempos não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2024).

O teor de açúcares é um importante atributo sensorial para batatas-doces (Sugri *et al.*, 2019), sendo a glicose, frutose e, principalmente, a sacarose os principais açúcares responsáveis pela doçura das raízes (Li *et al.*, 2023). A cura realça o sabor das raízes por promover um aumento do teor de açúcares, que, por sua vez, é resultante da degradação do amido (Chakraborty *et al.*, 2017; Niu *et al.*, 2019; Sanchez *et al.*, 2021). Naturalmente, durante o armazenamento, o amido é convertido

em sacarose pela ação de enzimas como a sacarose-fosfato sintase e UDP-glicose pirofosforilase, e, por meio da enzima invertase ácida solúvel, a sacarose é convertida em açúcares redutores como a glicose e frutose (Krochmal-Marczak *et al.*, 2020), sendo esses açúcares utilizados nos processos metabólicos da raiz (Cao *et al.*, 2021). Devido às altas temperaturas da unidade de cura, essa conversão ocorre de forma mais rápida, já que há um aumento da atividade respiratória e, por consequência, uma maior demanda de açúcares simples para geração de energia (Cao *et al.*, 2021; Oh; Ramachandraiah; Hong, 2017; Owusu-Mensah *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2021).

Além dos resultados encontrados nas análises de açúcares, esse processo pôde ser acompanhado nas imagens da análise de amido (Figura 5), onde percebe-se, já a partir de C4, que as raízes que não foram curadas possuíam uma maior quantidade de grânulos de amido quando comparadas às raízes submetidas a esse processo. Essa diferença reforça a hipótese de que a conversão de amido em açúcares nas raízes curadas se deu de forma mais rápida, o que condiz com os resultados das análises de açúcares totais e não redutores. Com base nas imagens, observa-se também que, apenas a partir do tempo A20 houve uma redução considerável de grânulos de amido nas raízes não curadas.

Sabe-se que a temperatura tem influência na taxa de degradação de amido em hortaliças tuberosas, sendo que temperaturas baixas podem retardar esse processo, uma vez que promovem uma redução da taxa respiratória (Dong; Beckles, 2019; Yuan *et al.*, 2024). Dessa forma, a maior quantidade de amido presente nas raízes não curadas (durante o processo de cura) também pode ser atribuída ao fato de terem sido armazenadas na câmara fria sete dias antes das raízes curadas.

Os resultados obtidos neste trabalho são semelhantes ao de outros pesquisadores. Nos estudos realizados por Niu *et al.* (2019), foi observado que os teores de amido de batatas-doces reduziram de 32,3% para 21,6% após 60 dias de armazenamento refrigerado (13 °C). Já Cao *et al.* (2021) constataram que batatas-doces submetidas ao processo de cura apresentaram uma maior redução no teor de amido durante o armazenamento (13°C) se comparadas às raízes não curadas.

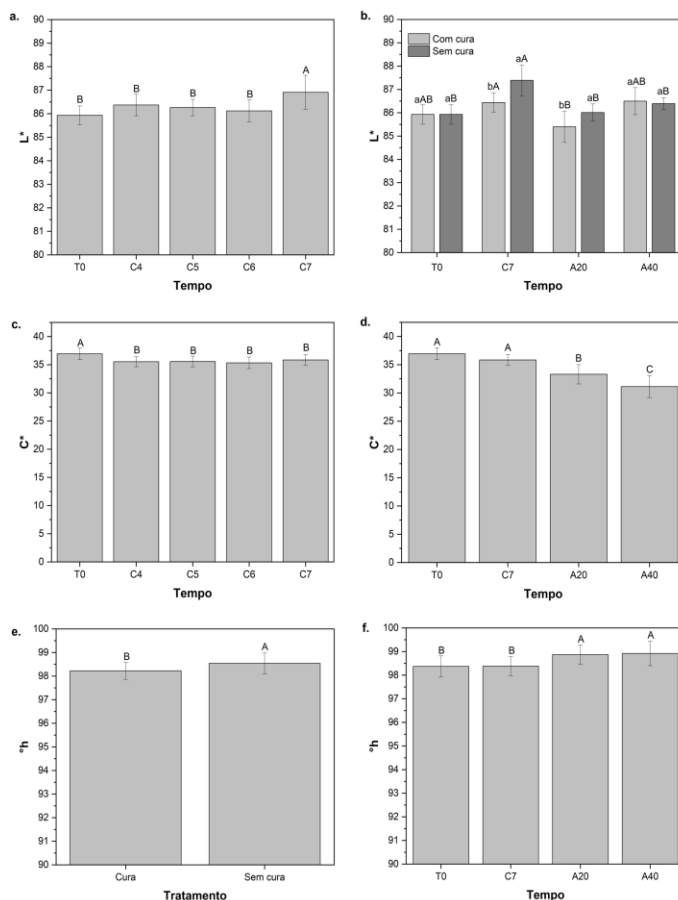
Assim como relatado por outros autores (Li; Yang; Lu, 2018; Yuan *et al.*, 2024), o teor de açúcares não redutores encontrado nas raízes foi superior ao de açúcares redutores antes, durante e após o processo de cura. Isso evidencia que o aumento da doçura das batatas-doces ao longo do armazenamento é uma resposta do acúmulo de açúcares, como a sacarose. A redução dos açúcares não redutores no tempo A40

pode estar relacionada ao fato de que estes possam ter sido convertidos em açúcares redutores, sendo estes utilizados como substratos para dar continuidade ao processo metabólico das raízes (Tao *et al.*, 2022), indicando também uma menor conversão do amido em açúcares, como a sacarose. Estes resultados são coerentes com os relatados em outros estudos. Cao *et al.* (2021) relataram um maior aumento de açúcares redutores ao longo do armazenamento em raízes curadas em comparação com raízes não curadas. Por outro lado, ao avaliar, por 60 dias de armazenamento, raízes de batatas-doces que foram submetidas ao processo de cura, de Araújo *et al.* (2020) observaram um aumento no teor de açúcares redutores e não redutores para as cultivares Beauregard, BRS Cuia e BRS Rubissol.

Os valores L^* , C^* e h° , relativos à coloração da batata-doce, foram influenciados pelo fator tempo, isoladamente, em ambos os períodos de avaliação, com exceção do valor L^* , que foi influenciado por ambos fatores isolados no primeiro período, e interativamente pelos dois fatores, no segundo período e h° , influenciado pela cura, no primeiro tempo de avaliação.

Em relação aos tratamentos, para o valor de L^* no primeiro período de avaliação, as raízes curadas apresentaram um valor ligeiramente menor (86,13) quando comparadas as não curadas (86,51). Tratando-se dos tempos, no sétimo dia de avaliação, batatas curadas e não curadas apresentaram, em média, maior valor L^* , que aquelas nos dias anteriores, que não diferiram entre si (Figura 7a). Já no segundo período de avaliação, redução do valor L^* foi notada ao se comparar as raízes C7 e A20, a despeito da cura (Figura 7b). Ressalta-se que as raízes curadas C7 e A20 apresentaram valor L^* inferior ao das não curadas, indicando uma coloração ligeiramente mais escura.

Figura 7 - Valores de L* (a-b), C* (c-d) e °h (e-f) da polpa de batatas-doces da cultivar Blesbok durante o processo de cura e o armazenamento.



Legenda: L*: Claridade; C*: Cromaticidade; °h: Ângulo hue; T0: Um dia após a colheita; C4: Quarto dia de cura; C5: Quinto dia de cura; C6: Sexto dia de cura; C7: Sétimo dia de cura; A20: Vigésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura; A40: Quadragésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura. Letras minúsculas iguais dentro do mesmo tempo e maiúsculas iguais entre os tempos não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2024).

Observou-se queda significativa de C* entre T0 e C4, que se manteve estável até C7 (Figura 7c). A redução de C* estendeu-se ao longo dos 40 dias de armazenamento refrigerado (Figura 7d). Quanto ao °h, a cura determinou redução significativa em seus valores (Figura 7e). Durante a segunda etapa de avaliação, notou-se aumento médio do °h, ao se comparar raízes C7 com A20 e A40, independente da cura.

A coloração das batatas-doces é um importante atributo de qualidade que é influenciado pelas alterações bioquímicas internas que ocorrem desde o crescimento no campo até os estádios da pós-colheita (Sanchez *et al.*, 2020). O valor L* é uma

medida em uma escala que varia do preto (0) ao branco (100) (Mcguire, 1992), e seu aumento durante os dias iniciais pode indicar que a polpa das raízes se tornou levemente mais clara. Para ambos os tratamentos, não foram observadas diferenças ao comparar o valor de L^* em T0 com os valores de A20 e A40, indicando que tanto a cura quanto o armazenamento (40 dias) não tiveram influências sobre essa variável.

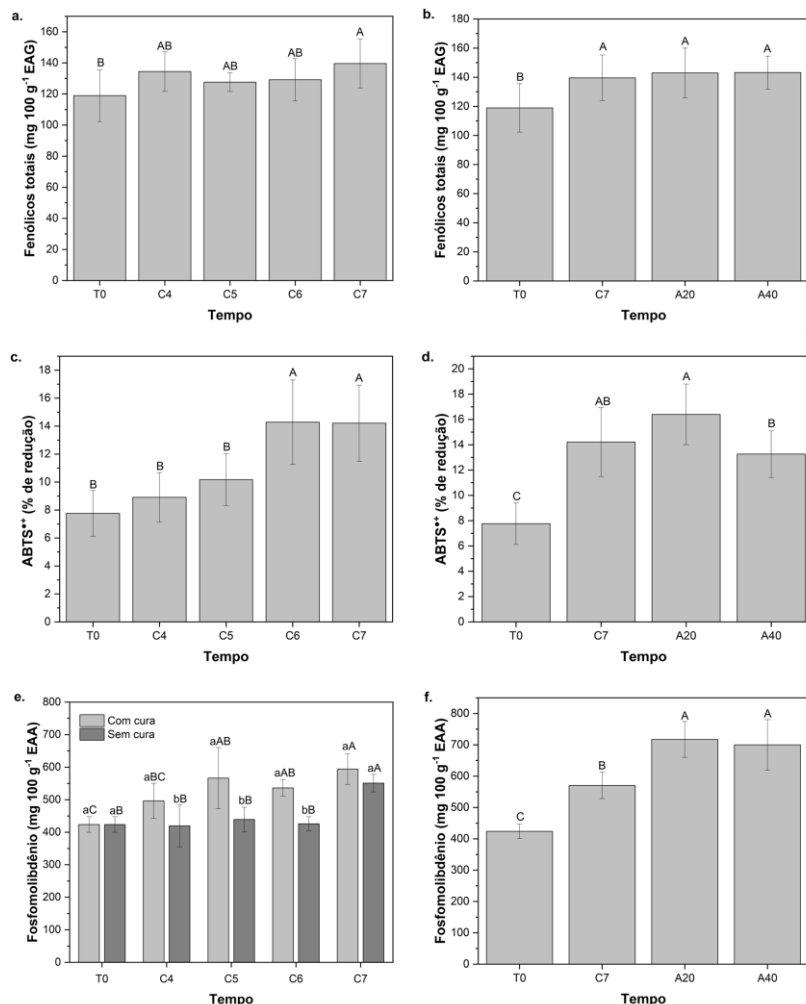
O valor de C^* refere-se à saturação da cor e está ligado à concentração do elemento corante, sendo que, quanto maior seu valor, mais vibrantes serão as cores aos olhos humanos (Ferreira; Spricigo, 2017; Pathare; Opara; Al-Said, 2012). O maior valor de C^* registrado em T0, seguido por um decréscimo nos demais tempos da cura, independentemente do tratamento, indica uma redução da coloração das raízes. Comportamento semelhante foi observado durante o armazenamento, com uma diminuição do C^* a partir de C7, e as raízes apresentando-se com coloração menos vibrante.

Graficamente, os valores de h° são representados como 0° (vermelho), 90° (amarelo), 180° (verde) e 270° (Azul) (Mcguire, 1992). Por estarem próximos dos 90° , os resultados de h° confirmam o aspecto observado visualmente de que esta cultivar possui coloração creme. Mesmo diante de um pequeno aumento dessa variável, essas mudanças não puderam ser percebidas ao olho humano.

As variáveis fenólicas totais e atividade antioxidante, medida pelos métodos ABTS e fosfomolibdênio (AA-ABTS e AA-FM, respectivamente) foram influenciadas apenas pelo fator tempo, em ambos os períodos de avaliação, à exceção de AA-FM, que foi afetado interativamente por ambos os fatores, no primeiro período de avaliação. Logo, a cura não interferiu nas concentrações de fenólicos totais e AA-ABTS, embora tenha influenciado a AA-FM no primeiro período de avaliação.

Quanto aos fenólicos totais, a única diferença observada no primeiro período de avaliação foi entre raízes T0 e C7, sendo as C7 aquelas com maiores concentrações dessa variável (Figura 8a). Os 40 dias de armazenamento refrigerado não interferiram significativamente nos teores de fenólicos totais (Figura 8b).

Figura 8 - Compostos fenólicos totais (a-b) e atividade antioxidante pelos métodos da captura do radical livre ABTS^{•+} (c-d) e complexo fosfomolibdênio (e-f) de batatas-doces da cultivar Blesbok durante o processo de cura e o armazenamento.



Legenda: EAG: Equivalentes de ácido gálico; EAA: Equivalentes de ácido ascórbico; T0: Um dia após a colheita; C4: Quarto dia de cura; C5: Quinto dia de cura; C6: Sexto dia de cura; C7: Sétimo dia de cura; A20: Vigésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura; A40: Quadragésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura. Letras minúsculas iguais dentro do mesmo tempo e maiúsculas iguais entre os tempos não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2024).

As raízes C6 e C7 apresentaram médias de AA-ABTS semelhantes entre si e superiores às das raízes T0, C4 e C5 (Figura 8c). Raízes A40 apresentaram menor média de AA-ABTS que A20, embora A40 e A20 não tenham diferido das raízes C7 (Figura 8d).

Ao se comparar batatas curadas com não curadas, ao longo do primeiro período de avaliação, observou-se que a cura por 4, 5 e 6 dias (C4, C5 e C6) determinou aumento significativo na AA-FM, embora o efeito não tenha sido

observado no sétimo dia (C7) (Figura 8e). Batatas-doces curadas C5, C6 e C7 apresentaram maiores médias de AA-FM, quando comparadas às T0, enquanto maior AA-FM, nas raízes não curadas, foi observada em C7, em comparação às demais, que não diferiram entre si (Figura 8f).

Compostos fenólicos são metabólitos secundários caracterizados por apresentarem em sua estrutura um grupo fenol ligado a um grupamento hidroxila. Esses compostos possuem diversas atividades biológicas, incluindo propriedades antioxidantes, atuando no combate e prevenção a diversas doenças (Zhang *et al.*, 2022). A síntese e o acúmulo de fenólicos podem ser estimulados como resposta a estresses bióticos e abióticos (Sun *et al.*, 2019). Em batatas-doces, as diferentes concentrações desses compostos, bem como seu papel como antioxidantes, podem variar de acordo com diversos fatores, como cultivar e condições de cura e armazenamento (Lebot; Michalet; Legendre, 2016). O aumento do teor desses compostos e da atividade antioxidante ao longo do tempo neste experimento pode ser relacionada a uma resposta ao estresse causado pelo calor dentro da unidade de cura, no caso das raízes curadas, e pela infecção por microrganismos patogênicos nas raízes não curadas.

Observou-se que o processo de cura não teve efeito sobre o teor de fenólicos totais e a AA-ABTS, mas influenciou a AA-FM. Entre os compostos que influenciam a atividade antioxidante por esse método estão carotenoides e derivados do ácido cinâmico (Prieto; Pineda; Aguilar, 1999), sendo que a produção desses compostos pode ser estimulada por estresses (Grace *et al.*, 2014; Rautenbach *et al.*, 2010), como as altas temperaturas da unidade de cura.

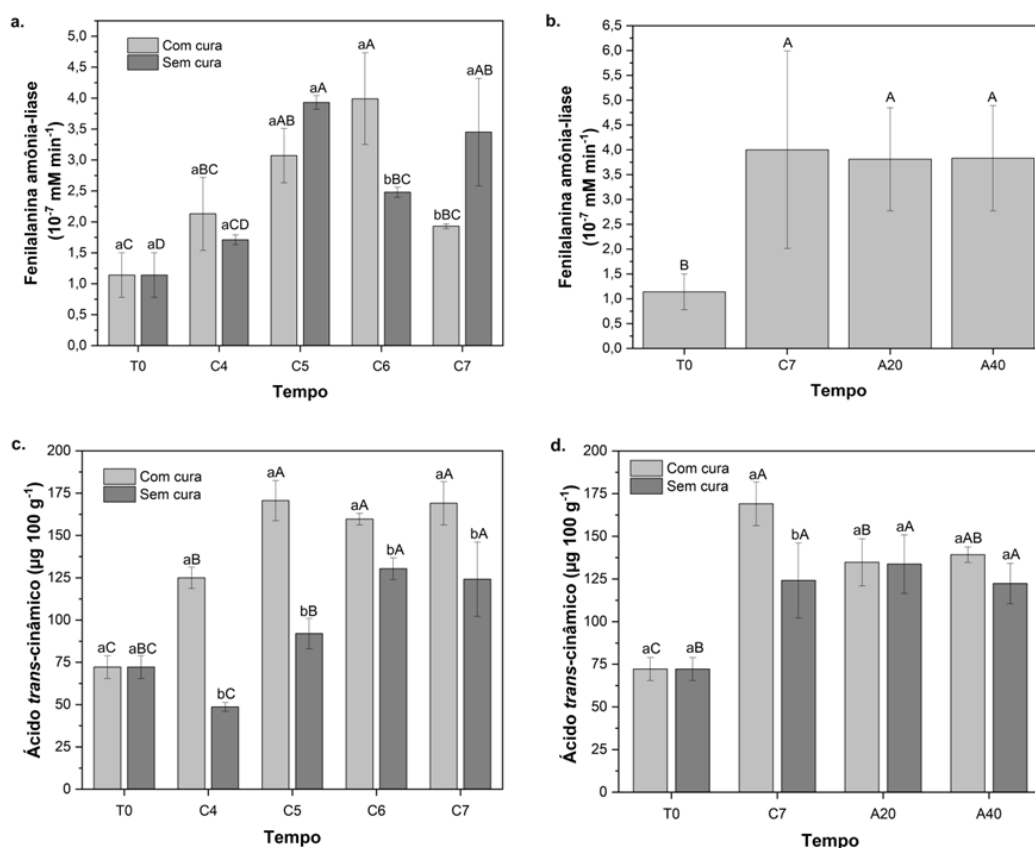
Araújo *et al.* (2021) observaram aumento no teor de compostos fenólicos totais em batatas-doces de três cultivares (BRS Rubissol, BRS Cuia e Beauregard), durante armazenamento refrigerado (6 °C e 13 °C), enquanto Grace *et al.* (2014) não constataram efeito da cura sobre essa variável em batatas-doces dos genótipos Covington, Covington amarela e NC07-847, assim como o observado no presente trabalho para a cultivar Blesbok.

Cao *et al.* (2021) relataram que raízes submetidas à cura apresentaram uma maior atividade antioxidante, pelo método de inibição do radical DPPH, se comparadas àquelas não curadas, como observado no presente estudo quanto a AA-FM.

Houve interação entre cura e armazenamento para a atividade da enzima FAL, no primeiro período de avaliação (Figura 9a). Para as raízes curadas, a maior

atividade dessa enzima foi observada no tempo C6, enquanto para as não curadas no tempo C5. As raízes curadas se sobressaíram às não curadas no tempo C6, enquanto um comportamento inverso foi observado em C7. Durante os 40 dias de armazenamento refrigerado, não foram observadas diferenças na atividade da FAL, seja em função do tempo, seja da cura (Figura 9b).

Figura 9 - Atividade da enzima fenilalanina amônia-liase (FAL) (a-b) e teor de ácido *trans*-cinâmico (c-d) de batatas-doces da cultivar Blesbok durante o processo de cura e o armazenamento.



Legenda: T0: Um dia após a colheita; C4: Quarto dia de cura; C5: Quinto dia de cura; C6: Sexto dia de cura; C7: Sétimo dia de cura; A20: Vigésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura; A40: Quadragésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura. Letras minúsculas iguais dentro do mesmo tempo e maiúsculas iguais entre os tempos não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2024).

A FAL é enzima chave para síntese compostos fenólicos (Wang *et al.*, 2019), responsável pela conversão da L-fenilalanina em ácido cinâmico (Fan *et al.*, 2022). Em resposta a condições de estresse, tanto bióticos quanto abióticos, é frequentemente observado um aumento na atividade da enzima FAL em diversos

órgãos vegetais (Araújo *et al.*, 2021). Estudos de Araújo *et al.* (2021) e Wang *et al.*, (2019) demonstraram que o estresse causado pelo frio aumentou a atividade dessa enzima em batatas-doces ao longo do armazenamento. Além disso, Wang *et al.* (2020) observaram que quando batatas-doces sofrem danos mecânicos há uma maior atividade desta enzima, o que pode estar relacionado ao processo de cicatrização. Assim, a maior atividade da FAL notada na batata-doce 'Blesbok' curada, em relação à não curada, no tempo C6, pode ser associada ao processo cicatrização (Figura 1).

Os teores de ácido *trans*-cinâmico foram influenciados pela interação entre cura e tempo de armazenamento, em ambos os períodos de avaliação. No primeiro período, tanto as raízes curadas quanto as não curadas apresentaram um aumento no teor de ácido *trans*-cinâmico (Figura 9c). Entretanto, notou-se aumento nos teores de ácido *trans*-cinâmico a partir de C4, para as raízes curadas, e a partir de C5, para as não curadas, valores que se mantiveram estáveis a partir de C5 e C6, respectivamente. Ressalta-se que as raízes curadas apresentaram maiores teores dessa variável quando comparadas às não curadas, durante o processo de cura (7 dias).

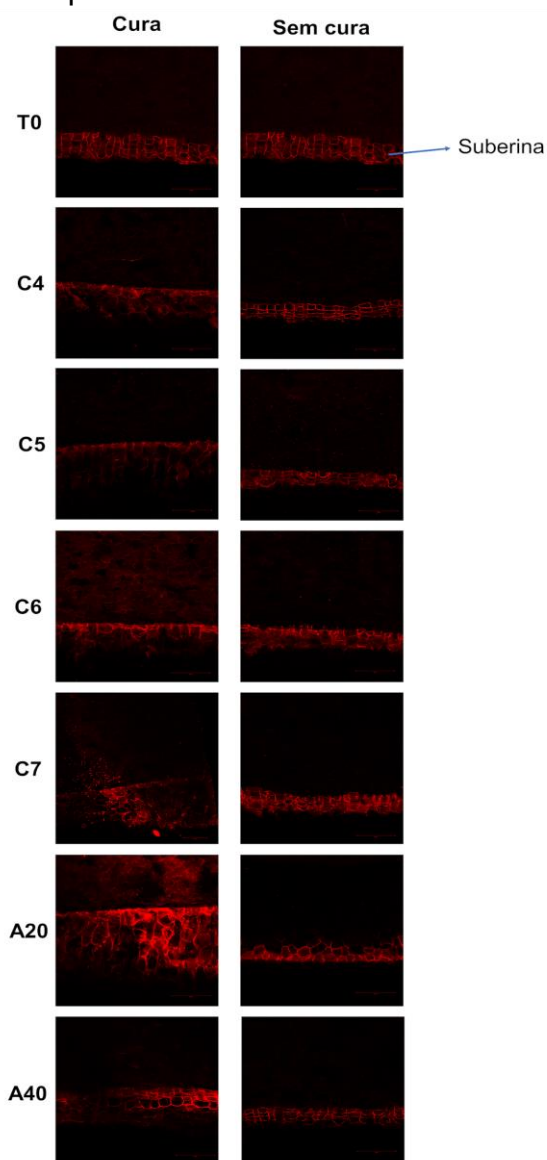
Durante os 40 dias de armazenamento refrigerado, nenhuma diferença foi notada entre raízes curadas e não curadas, quanto ao ácido *trans*-cinâmico (Figura 9d). Entretanto, uma redução no ácido *trans*-cinâmico foi notada entre C7 e A20, para raízes curadas, enquanto nenhuma diferença foi observada entre C7, A20 e A40, para raízes não curadas (Figura 9d).

Embora ambos os tratamentos tenham apresentado aumento da atividade da enzima FAL durante os tempos iniciais, o impacto da cura nas raízes tornou-se mais evidente ao analisar os resultados de ácido *trans*-cinâmico, com as raízes curadas demonstrando superioridade em relação às não curadas a partir de C4.

Os maiores teores de ácido *trans*-cinâmico nas raízes curadas pode ser atribuído ao fato de esse composto fenólico estar associado à produção de compostos como suberina e lignina, os quais são depositados nos ferimentos durante o processo de cicatrização das lesões, com sua síntese potencialmente estimulada pelas altas temperaturas da unidade de cura (Buchanan; Gruissem; Jones, 2015; Wang *et al.*, 2013). Esse processo foi evidenciado na análise de microscopia de fluorescência, que permitiu o acompanhamento da deposição de suberina na casca das batatas-doces (Figura 10). Por outro lado, a semelhança nos resultados de ácido *trans*-cinâmico entre os tratamentos nos tempos A20 e A40 pode estar relacionada à contaminação

por microrganismos nas raízes não curadas, levando à ativação de mecanismos de defesa e, por consequência, estimulando a produção de compostos fenólicos. É importante ressaltar que além de estar relacionado ao processo de cicatrização, os maiores teores de ácido *trans*-cinâmico podem contribuir com o potencial funcional das raízes, já que esse composto é reconhecido por suas propriedades bioativas (Ruwizhi; Aderibigbe, 2020).

Figura 10 - Imagens da deposição de suberina na casca de batatas-doces da cultivar Blesbok durante o processo de cura e o armazenamento.

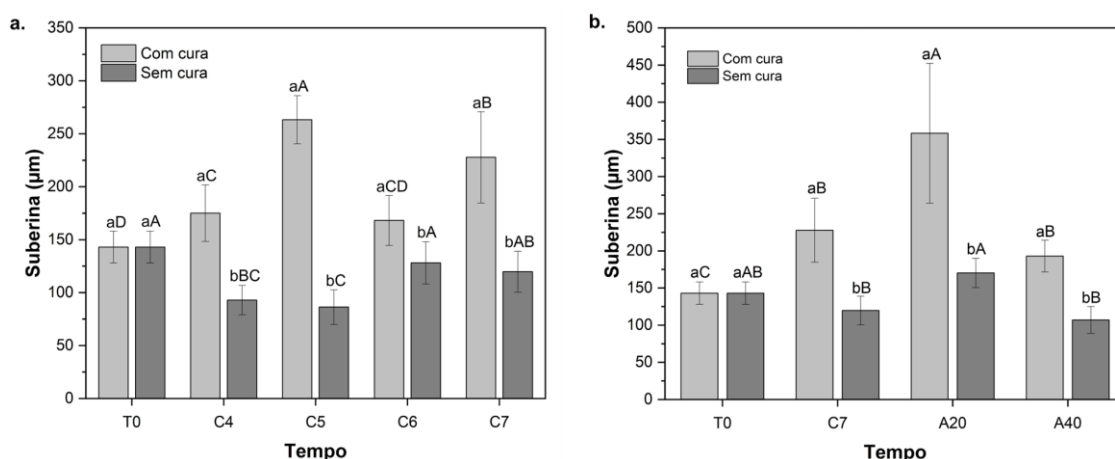


Legenda: T0: Um dia após a colheita; C4: Quarto dia de cura; C5: Quinto dia de cura; C6: Sexto dia de cura; C7: Sétimo dia de cura; A20: Vigésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura; A40: Quadragésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura.

Fonte: Do autor (2024).

Durante os tempos de cura e o armazenamento refrigerado, foi observada interação significativa entre o tempo e tratamentos em relação à espessura da camada de suberina depositada. As raízes curadas apresentaram uma deposição maior de suberina se comparadas às não curadas, tanto durante quanto após a cura (Figuras 11a e 11b).

Figura 11 - Deposição de suberina em batatas-doces da cultivar Blesbok durante o processo de cura (a) e o armazenamento (b).



Legenda: T0: Um dia após a colheita; C4: Quarto dia de cura; C5: Quinto dia de cura; C6: Sexto dia de cura; C7: Sétimo dia de cura; A20: Vigésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura; A40: Quadragésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura. Letras minúsculas iguais dentro do mesmo tempo e maiúsculas iguais entre os tempos não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2024).

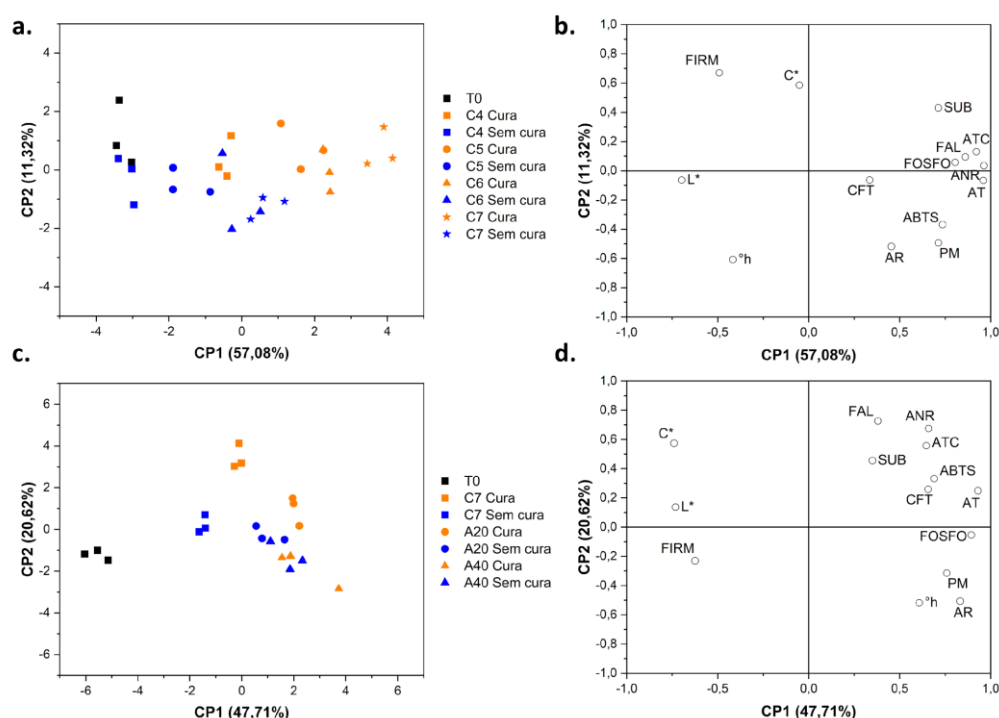
Com base nas figuras 10 e 11, foi possível observar que mesmo após o término da cura, as raízes submetidas a esse processo continuaram a ter um aumento de deposição de suberina, sendo o maior valor observado em A20. Apenas no quadragésimo dia de armazenamento, houve uma redução da espessura da camada cicatrizada, tanto para as raízes curadas, quanto para as não curadas. Essa redução sugere que a parede celular das raízes poderia estar entrando em colapso, o que é consistente com os resultados das análises de firmeza (Figura 4) e com as imagens da parede celular (Figura 5).

Sabe-se que o processo de cicatrização de lesões pode variar entre as cultivares, sendo que aquelas que exibem uma baixa taxa de suberização/lignificação são mais suscetíveis ao ataque de microrganismos (Sugri *et al.*, 2019). Em um estudo sobre os efeitos de diferentes dias de cura em batatas-doces, Cao *et al.* (2021)

relataram que quatro dias (29 °C e 90% U.R.) foram o suficiente para a cicatrização completa das raízes, diferentemente dos resultados encontrados neste estudo, em que houve um aumento de deposição de suberina até o último dia de cura (7 dias).

Em suma, foram avaliadas 14 variáveis para se entender o efeito do processo de cura em batata-doce ‘Blesbok’, discutidas anteriormente. Para simplificar ainda mais a interpretação desses dados, recorreu-se à análise de componentes principais (ACP). Essa técnica reduziu a dimensionalidade dos dados de 14 para duas variáveis, componente principal 1 (CP1) e componente principal 2 (CP2), que juntas explicaram 68,40% da variabilidade total dos resultados obtidos durante os tempos de cura (Figuras 12a e 12b) e 68,33% dos resultados obtidos durante o armazenamento (Figuras 12c e 12d).

Figura 12 - Análise de componentes principais em relação aos tratamentos e tempos (a) e determinações (b) durante o processo de cura, e em relação aos tratamentos e tempos (c) e determinações (d) durante o armazenamento.



Legenda: T0: Um dia após a colheita; C4: Quarto dia de cura; C5: Quinto dia de cura; C6: Sexto dia de cura; C7: Sétimo dia de cura; A20: Vigésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura; A40: Quadragésimo dia de armazenamento refrigerado após o término da cura; PM: Perda de massa; FIRM: Firmeza; AT: Açúcares totais; AR: Açúcares redutores; ANR: Açúcares não redutores; L*: Claridade; C*: Cromaticidade; °h: ângulo hue; CFT: Compostos fenólicos totais; ABTS: Atividade antioxidante pela captura do radical livre ABTS⁺; Fosfo: Atividade antioxidante pelo complexo fosfomolibdênio; FAL: Fenilalanina amônia-liase; ATC: Ácido *trans*-cinâmico; SUB: Suberina.

Fonte: Do autor (2024).

Durante o tempo de cura, 57,08% da variabilidade dos dados foi explicada por CP1 e 11,32% por CP2, enquanto para o armazenamento, 47,71% da variabilidade dos dados foi atribuída a CP1 e 20,62% a CP2. A ACP não apenas reduziu a dimensionalidade dos dados, mas também permitiu a identificação de grupos homogêneos entre as amostras. Observou-se que durante a cura e armazenamento, com o aumento de CP1, as amostras com maior tempo de cura/armazenamento refrigerado tendiam a agrupar-se. Por outro lado, o aumento de CP2 resultou na formação de dois grupos distintos: raízes curadas (quadrantes superiores) e raízes não curadas (quadrantes inferiores).

Durante a cura, para CP1, observou-se uma correlação positiva com açúcares (totais, redutores e não redutores), AA-ABTS/FM, suberina, perda de massa, atividade da FAL e ácido *trans*-cinâmico. Por outro lado, firmeza, L* e °h apresentaram correlação negativa, enquanto as demais variáveis não apresentaram correlação significativa. Esses resultados indicam que, com o avanço nos dias de cura há um aumento nos teores de açúcares, na atividade antioxidante, na deposição de suberina e na perda de massa, acompanhados de uma redução na firmeza, claridade e tonalidade das raízes. Para CP2, foi observada uma correlação positiva para suberina, firmeza e cromaticidade, e uma correlação negativa para açúcares redutores, ângulo hue e perda de massa. Esses resultados reforçam observações anteriores, indicando que as amostras curadas (com maiores valores de CP2) apresentaram uma maior deposição de suberina nas cascas e uma menor perda de massa ao longo dos dias.

Durante o armazenamento, para CP1, observou-se uma correlação positiva para açúcares (totais, redutores e não redutores), fenólicos totais, atividade antioxidante (ABTS^{•+} e fosfomolibdênio), ângulo hue, perda de massa e ácido *trans*-cinâmico. A firmeza, claridade e cromaticidade, por sua vez, apresentaram correlação negativa. Isso indica que, com o avanço do armazenamento refrigerado, a firmeza das raízes e os valores de L* diminuíram, enquanto outras variáveis, como os açúcares totais, os fenólicos, a atividade antioxidante e a perda de massa aumentaram. Para CP2, houve uma correlação positiva para açúcares não redutores, suberina, cromaticidade, atividade da enzima fenilalanina amônia-liase e ácido *trans*-cinâmico, e uma correlação negativa para açúcares redutores e ângulo hue. Ou seja, as raízes curadas, que se agruparam majoritariamente nos quadrantes superiores,

apresentaram, por exemplo, maiores teores de açúcares não redutores e deposição de suberina nas cascas.

4 CONCLUSÃO

O processo de cura evidenciou impactos positivos nos atributos de qualidade da cultivar de batata-doce Blesbok, promovendo um aumento de sua doçura, menor perda de massa e melhoras no aspecto visual, contribuindo de forma eficaz na proteção contra o ataque de patógenos, resultando em um prolongamento de sua vida útil.

REFERÊNCIAS

- ALAM, M. K. A comprehensive review of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam): Revisiting the associated health benefits. **Trends in Food Science and Technology**, v. 115, n. June, p. 512–529, 2021.
- ANDERSON, T. *et al.* Evaluation of Hawaiian Heritage Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) Breeding Lines. **Agronomy**, v. 11, n. 8, p. 1545, 31 jul. 2021.
- ARAÚJO, N. O. *et al.* Balance between oxidative stress and the antioxidant system is associated with the level of cold tolerance in sweet potato roots. **Postharvest Biology and Technology**, v. 172, p. 111359, 2021.
- ARTSCHWAGER, E.; STARRETT, R. C. Suberization and wound-periderm formation in sweetpotato and gladiolus as affected by temperature and relative humidity. **Journal of Agricultural Research**, v. 43, p. 353–364, 1931.
- BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry & molecular biology of plants**. 2. ed. United Kingdom: Wiley Blackwell, 2015.
- CAO, J. *et al.* Combination of wound healing with 1-methylcyclopropene and wound detection by iodine solution to maintain the quality of sweet potato during long-term storage. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v. 14, n. 3, p. 241–246, 11 jun. 2021.
- CHAKRABORTY, C. *et al.* A Review on Post-Harvest Profile of Sweet Potato. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, n. 5, p. 1894–1903, 20 maio 2017.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2005.
- DA SILVA, W. L.; CLARK, C. A. Infection of sweetpotato by *Fusarium solani* and *Macrophomina phaseolina* prior to harvest. **Plant Disease**, v. 97, n. 12, p. 1536–1664, 2013.
- DE ARAÚJO, N. O. *et al.* Sucrose degradation pathways in cold-induced sweetening and its impact on the non-enzymatic darkening in sweet potato root. **Food Chemistry**, v. 312, p. 125904, 15 maio 2020.
- DONG, S.; BECKLES, D. M. Dynamic changes in the starch-sugar interconversion within plant source and sink tissues promote a better abiotic stress response. **Journal of Plant Physiology**, v. 234–235, p. 80–93, 1 mar. 2019.
- FAN, S. P. *et al.* Molecular cloning and characterization of three phenylalanine ammonia-lyase genes from *Schisandra chinensis*. **Chinese Journal of Natural Medicines**, v. 20, n. 7, p. 527–536, 1 jul. 2022.

FAOSTAT. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>>. Acesso em: 9 jan. 2024.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. Colorimetria - princípios e aplicações na agricultura. Em: **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2017. p. 207–217.

GRACE, M. H. *et al.* Phytochemical changes in phenolics, anthocyanins, ascorbic acid, and carotenoids associated with sweetpotato storage and impacts on bioactive properties. **Food Chemistry**, v. 145, p. 717–724, 15 fev. 2014.

IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=250063&view=detalhes>>.

IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101742>>.

JI, C. Y. *et al.* Comparative transcriptome profiling of sweetpotato storage roots during curing-mediated wound healing. **Gene**, v. 833, 2022.

JUNIOR, M. F.; SOARES, A. G. Food loss and waste. Em: **Responsible consumption and production: contributions of Embrapa**. 1. ed. Brasília: Embrapa, p. 31–40, 2020.

KIM, H. S. *et al.* Manipulation of lipophilic antioxidants to enhance oxidative stress tolerance and nutritional quality in transgenic sweetpotato. **Turkish Journal of Botany**, v. 45, n. SI-1, p. 613–622, 2021.

KIM, M. Y. *et al.* Phenolic compounds and antioxidant activity in sweet potato after heat treatment. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 15, p. 6833–6840, 1 dez. 2019.

KOU, J. *et al.* Effects of Ethylene and 1-Methylcyclopropene on the Quality of Sweet Potato Roots during Storage: A Review. **Horticulturae**, v. 9, n. 6, p. 667, 5 jun. 2023.

KROCHMAL-MARCZAK, B. *et al.* The Effects of Temperature on the Quality and Storage Stability of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L. [Lam]) Grown in Central Europe. **Agronomy**, v. 10, n. 11, 28 out. 2020.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of Drying Temperature on the Stability of Polyphenols and Antioxidant Activity of Red Grape Pomace Peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 4, p. 1390–1393, 1997.

LEBOT, V.; MICHALET, S.; LEGENDRE, L. Identification and quantification of phenolic compounds responsible for the antioxidant activity of sweet potatoes with different

flesh colours using high performance thin layer chromatography (HPTLC). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 49, p. 94-101, 2016.

LI, X.; YANG, H.; LU, G. Low-temperature conditioning combined with cold storage inducing rapid sweetening of sweetpotato tuberous roots (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) while inhibiting chilling injury. **Postharvest Biology and Technology**, v. 142, p. 1–9, 1 ago. 2018.

LI, L. *et al.* Fungal communities, nutritional, physiological and sensory characteristics of sweet potato under three Chinese representative storages. **Postharvest Biology and Technology**, v. 201, p. 112366, 1 jul. 2023.

LI, Y. *et al.* Comparative analyses of D-fenchone and MENA inhibited sprouting of sweet potato storage roots. **Postharvest Biology and Technology**, v. 210, p. 112767, 1 abr. 2024.

LIU, M. *et al.* Research progress on postharvest sweet potato spoilage fungi *Ceratocystis fimbriata* and control measures. **Food Bioscience**, v. 53, p. 102627, 1 jun. 2023.

MALDONADE, I. R.; CARVALHO, P. G. B.; FERREIRA, N. A. Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método de DNS. **Comunicado Técnico Embrapa**, v. 85, n. 1, p. 4, 2013.

MCCLURE, T. T. Chlorogenic Acid Accumulation and Wound Healing in Sweet Potato Roots. **American Journal of Botany**, v. 47, n. 4, p. 277, abr. 1960.

MCGUIRE, R. G. Reporting of Objective Color Measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254–1255, 1 dez. 1992.

MEDINA, M. B. Determination of the total phenolics in juices and superfruits by a novel chemical method. **Journal of Functional Foods**, v. 3, n. 2, p. 79–87, 2011.

NIU, S. *et al.* Starch granule sizes and degradation in sweet potatoes during storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 150, p. 137–147, 1 abr. 2019.

OH, S.; RAMACHANDRAIAH, K.; HONG, G. P. Effects of pulsed infra-red radiation followed by hot-press drying on the properties of mashed sweet potato chips. **LWT - Food Science and Technology**, v. 82, p. 66–71, 1 set. 2017.

ORIGINLAB CORPORATION. **OriginPro 2021 (Versão 2021)**. Disponível em: <https://www.originlab.com/>. Acesso em: 03/10/2024.

OWUSU-MENSAH, E. *et al.* Cooking Treatment Effects on Sugar Profile and Sweetness of Eleven-Released Sweet Potato Varieties. **Journal of Food Processing and Technology**, v. 07, n. 04, 2016.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. J. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n. 1, p. 36–60, 11 maio 2012.

PEIXOTO, P. H. P. *et al.* Aluminum effects on lipid peroxidation and on the activities of enzymes of oxidative metabolism in sorghum. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 11, n. 3, p. 137–143, 1999.

PILON, L.; SILVA, G. O. Sistema de Produção de Batata-Doce. Em: **Sistemas de Produção da Embrapa**. Embrapa Hortaliças, 9. ed., p. 47–55, 2021.

PRIETO, P.; PINEDA, M.; AGUILAR, M. Spectrophotometric Quantitation of Antioxidant Capacity through the Formation of a Phosphomolybdenum Complex: Specific Application to the Determination of Vitamin E. **Analytical Biochemistry**, v. 269, p. 337–341, 1999.

RAMAIYA, S. D. *et al.* Sugars, ascorbic acid, total phenolic content and total antioxidant activity in passion fruit (*Passiflora*) cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 5, p. 1198–1205, 30 mar. 2013.

RAUTENBACH, F. *et al.* Antioxidant Capacity and Antioxidant Content in Roots of 4 Sweetpotato Varieties. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 5, p. C400–C405, 1 jun. 2010.

RUFINO, M. DO S. *et al.* Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS^{•+}. **Comunicado Técnico Online EMBRAPA**, v. 128, p. 1–4, 2007.

RUWIZHI, N.; ADERIBIGBE, B. A. Cinnamic Acid Derivatives and Their Biological Efficacy. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 16, p. 5712, 9 ago. 2020.

SÁNCHEZ, C. *et al.* Batata-doce branca, roxa ou alaranjada? Avaliação qualitativa e nutricional. **Vida Rural**, p. 30–32, 2019.

SÁNCHEZ, C.; VASILENKO, P.; SANTOS, M. Pós-colheita e conservação. **Batata-doce Manual de boas práticas agrícolas**. LouresGráfica, Lda., p. 181-187, 2021.

SANCHEZ, P. D. C. *et al.* Applications of imaging and spectroscopy techniques for non-destructive quality evaluation of potatoes and sweet potatoes: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 96, n. April 2019, p. 208–221, 2020.

SANCHEZ, P. D. C. *et al.* Effects of different storage temperatures on the quality and shelf life of Malaysian sweet potato (*Ipomoea Batatas* L.) varieties. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 28, p. 100642, 1 jun. 2021.

SAS INSTITUTE INC. **SAS University Edition (Versão Gratuita)**. 2021. Disponível em: https://www.sas.com/en_us/software/university-edition.html. Acesso em: 03/10/2024.

SCHNEIDER, C. A.; RASBAND, W. S.; ELICEIRI, K. W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. **Nature Methods**, v. 9, n. 7, p. 671–675, 2012. Disponível em: <https://imagej.net/>. Acesso em: 03/10/2024.

SHARMA, D. *et al.* Stress induced production of plant secondary metabolites in vegetables: Functional approach for designing next generation super foods. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 192, p. 252–272, 1 dez. 2022.

STATSOFT INC. **STATISTICA (Versão 10)**. 2011. Disponível em: <https://www.statsoft.com/>. Acesso em: 03/10/2024.

SUGRI, I. *et al.* Compositional and shelf-life indices of sweet potato are significantly improved by pre-harvest dehauling. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 64, n. 1, p. 113–120, 1 jun. 2019.

SUN, Y. *et al.* Comparative Assessment of Phenolic Profiles, Cellular Antioxidant and Antiproliferative Activities in Ten Varieties of Sweet Potato (*Ipomoea Batatas*) Storage Roots. **Molecules**, v. 24, n. 24, p. 4476, 6 dez. 2019.

TAIZ, L. *et al.* **Plant physiology and development**. Sinauer Sunderland, 6. ed., 2014.

TAO, X. *et al.* Understanding of exogenous auxin in regulating sucrose metabolism during postharvest tomato fruit ripening. **Postharvest Biology and Technology**, v. 189, p. 111913, 1 jul. 2022.

TEDESCO, D. *et al.* Sustainable management of sweet potatoes: A review on practices, strategies, and opportunities in nutrition-sensitive agriculture, energy security, and quality of life. **Agricultural Systems**, v. 210, p. 103693, 1 ago. 2023.

WALTER, W. M. *et al.* Low-Temperature Blanching of Sweetpotatoes to Improve Firmness Retention: Effect on Compositional and Textural Properties. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 4, p. 1244–1247, 1 maio 2003.

WANG, C. *et al.* Postharvest benzothiazole treatment enhances healing in mechanically damaged sweet potato by activating the phenylpropanoid metabolism. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 100, n. 8, p. 3394–3400, 1 jun. 2020.

WANG, S. Q. *et al.* Antioxidative system in sweet potato root is activated by low-temperature storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 8, p. 3824–3833, 1 jun. 2019.

WANG, X. *et al.* Preharvest Foliar Applications of Ethephon Increase Skin Lignin/Suberin Content and Resistance to Skinning in Sweetpotato Storage Roots. **HortScience**, v. 48, n. 10, p. 1270–1274, 1 out. 2013.

WEIMER, J. L.; HARTER, L. L. Wound cork formation in the sweet potato. **Journal of Agricultural Research**, v. 21, p. 637–647, 1921.

YANG, R. *et al.* Hot water dipping stimulated wound healing of potato tubers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 167, p. 111245, 1 set. 2020.

YUAN, J. *et al.* Cyclic variable temperature conditioning induces the rapid sweetening of sweet potato tuberous roots by regulating the sucrose metabolism. **Food Chemistry**, v. 433, p. 137364, 1 fev. 2024.

ZACCARI, F.; CABRERA, M. C.; SAADOUN, A. Sweet Potato and Squash Storage. **Encyclopedia of Food Security and Sustainability**, p. 464–472, 1 jan. 2019.

ZHANG, W. *et al.* Advances in biochemical mechanisms and control technologies to treat chilling injury in postharvest fruits and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, v. 113, p. 355–365, 1 jul. 2021.

ZHANG, Z. *et al.* Polyphenols as Plant-Based Nutraceuticals: Health Effects, Encapsulation, Nano-Delivery, and Application. **Foods (Basel, Switzerland)**, v. 11, n. 15, 1 ago. 2022.