



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS MORRINHOS

LILIAM DA SILVA LIMA OLIVEIRA

**EFEITO DO REVESTIMENTO COMESTÍVEL À BASE DE FÉCULA DE
MANDIOCA NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE DOVYALIS
(*Dovyalis abyssinica*) DURANTE O ARMAZENAMENTO**

Morrinhos, Goiás

2025

LILIAM DA SILVA LIMA OLIVEIRA

**EFEITO DO REVESTIMENTO COMESTÍVEL À BASE DE FÉCULA DE
MANDIOCA NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE DOVYALIS
(*Dovyalis abyssinica*) DURANTE O ARMAZENAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em
Alimentos, do Instituto Federal Goiano - Campus
Morrinhos, como pré-requisito para a obtenção do grau de
Tecnólogo em Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Wiaslan Figueiredo Martins.

Coorientadora: Profa. Ma. Dayana Silva Batista Soares.

Morrinhos, Goiás

2025

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

D111 da Silva Lima Oliveira, Liliam
EFEITO DO REVESTIMENTO COMESTÍVEL À BASE DE
FÉCULA DE MANDIOCA NAS PROPRIEDADES
FÍSICO-QUÍMICAS DE DOVYALIS (Dovyalis abyssinica)
DURANTE O ARMAZENAMENTO / Liliam da Silva Lima
Oliveira. Morrinhos 2025.

27f. il.

Orientador: Prof. Dr. Wiaslan Figueiredo Martins.
Coorientadora: Profª. Ma. Dayana Silva Batista Soares.
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0421031 -
[MO.GRAD] Curso Superior de Tecnologia em Alimentos -
Morrinhos (Campus Morrinhos).
1. Curso Tecnologia em Alimentos. I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO

PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese (doutorado) | ☐ Artigo científico |
| ☐ Dissertação (mestrado) | ☐ Capítulo de livro |
| ☐ Monografia (especialização) | ☐ Livro |
| ☒ TCC (graduação) | ☐ Trabalho apresentado em evento |

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Liliam da Silva Lima Oliveira

Matrícula:

2018104210310297

Título do trabalho:

EFEITO DO REVESTIMENTO COMESTÍVEL À BASE DE FÉCULA DE MANDIOCA NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE DOVYALIS (*Dovyalis abyssinica*) DURANTE O ARMAZENAMENTO

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☐ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☐ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Morrinhos, Goiás

Local

07 / 04 / 2025

Data

Liliam da Silva Lima Oliveira

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Wiaslan Figueiredo Martins

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos
Curso Superior de Tecnologia em Alimentos
Anexo 8

Ata da Defesa

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CURSO – TC

No dia 13 de março de 2025, às 18:00 horas, nas dependências do Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, ocorreu a banca de defesa do trabalho de curso (TC) intitulado EFEITO DO REVESTIMENTO COMESTÍVEL À BASE DE FÊCULA DE MANDIOCA NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE DOVYALIS (*Dovyalis abyssinica*) DURANTE O ARMAZENAMENTO da aluna LILIAM DA SILVA LIMA OLIVEIRA, sob a orientação do professor Dr. Wiaslan Figueiredo Martins e coorientação da professora MSc. Dayana Silva Batista Soares do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos. A banca de avaliação foi composta pelas professoras: MSc. Ana Paula Stort Fernandes e MSc. Ellen Godinho Pinto.

A média obtida foi 8,9 (oito vírgula nove), sendo considerado a aluna:

() aprovado

(X) aprovado com ressalvas

() não foi aprovado

Morrinhos, 13 de março de 2025.

Wiaslan Figueiredo Martins
Professor Orientador

Dayana
Professor coorientador

Ana Paula Stort Fernandes
Membra da Banca de Avaliação

Ellen Godinho Pinto
Membra da Banca de Avaliação

LILIAM DA SILVA LIMA OLIVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, do Instituto Federal Goiano-Campus Morrinhos, como pré-requisito para a obtenção do grau de Tecnólogo em Alimentos.

APROVADO em: 13/03/2025.

Wiaslan Figueiredo Martins

Prof. Dr. Wiaslan Figueiredo Martins

Orientador

IF Goiano – Campus Morrinhos

Joseayana

Profa. Ma. Dayana Silva Batista Soares

Coorientadora

IF Goiano – Campus Morrinhos

Ellen Godinho Pinto

Prof. Ma. Ellen Godinho Pinto

Membro

IF Goiano – Campus Morrinhos

Ana Paula Stort Fernandes

Prof. Ma. Ana Paula Stort Fernandes

Membro

IF Goiano – Campus Morrinhos

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade da vida, pela minha família (meu esposo, minhas filhas, meus pais, minha irmã), que me incentivaram, apoiando-me sempre para nunca desistir deste sonho, e, primeiramente, a Deus por ter me ajudado a atravessar os obstáculos que se apresentaram ao longo da jornada dos estudos e por ter me dado forças, fé e coragem para vencê-los. Hoje, vejo realizado o desejo do meu coração e sendo entregue essa grande vitória em minhas mãos.

Agradeço a todos os meus professores pela paciência e por terem me ajudado com todos os ensinamentos que contribuíram para a construção da minha formação.

RESUMO

O presente estudo avaliou o efeito de um revestimento comestível à base de fécula de mandioca nas propriedades físico-químicas de frutos de *Dovyalis abyssinica* durante o armazenamento em temperatura ambiente (25 ± 2 °C). A fécula (3%) foi combinada com gelatina incolor (2%) para formar uma solução, que foi aplicada nos frutos por imersão. Os parâmetros analisados foram acidez titulável, pH, sólidos solúveis (°Brix) e vitamina C, monitorados em diferentes intervalos (dias 0, 2, 4 e 6). Os frutos revestidos apresentaram maior estabilidade ao longo do período de armazenamento. A acidez titulável dos frutos revestidos foi mantida próxima ao valor inicial, enquanto as amostras sem revestimento reduziram. O teor de sólidos solúveis foi preservado nos frutos revestidos, em contraste com quedas mais acentuadas nas amostras controle. Da mesma forma, a retenção de vitamina C foi maior nos frutos com revestimento, destacando o efeito protetor contra a oxidação. Os resultados evidenciam que o revestimento comestível retardou a perda de qualidade físico-química, destacando-se como uma tecnologia sustentável e de baixo custo para conservação de frutos exóticos. Essa abordagem oferece potencial para a extensão da vida útil de produtos hortifrutícolas, sendo relevante para a indústria e pequenos produtores. Estudos futuros poderão explorar diferentes formulações e condições de armazenamento para aprimorar a eficácia do revestimento.

Palavras-chave: *Dovyalis abyssinica*; fruta exótica; pós-colheita; revestimento comestível

ABSTRACT

The present study evaluated the effect of an edible coating based on cassava starch on the physicochemical properties of *Dovyalis abyssinica* fruits during storage at room temperature (25 ± 2 °C). The starch (3%) was combined with colorless gelatin (2%) to form a solution, which was applied to the fruits by immersion. The analyzed parameters included titratable acidity, pH, soluble solids (°Brix), and vitamin C, monitored at different intervals (days 0, 2, 4, and 6). The coated fruits exhibited greater stability throughout the storage period. The titratable acidity of the coated fruits remained close to the initial value, whereas the uncoated samples showed a decrease. The soluble solids content was preserved in the coated fruits, in contrast to more pronounced declines in the control samples. Similarly, vitamin C retention was higher in the coated fruits, highlighting the protective effect against oxidation. The results demonstrate that the edible coating delayed the loss of physicochemical quality, standing out as a sustainable and low-cost technology for preserving exotic fruits. This approach offers potential for extending the shelf life of horticultural products, making it relevant for both industry and small producers. Future studies may explore different formulations and storage conditions to enhance the coating's effectiveness.

Keywords: *Dovyalis abyssinica*; exotic fruit; postharvest; edible coating

ESTRUTURA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Os resultados desse trabalho foram publicados no formato “capítulo de livro” no e-book “Inovações e Desafios na Produção Agroindustrial de Alimentos” da Editora Agronfy, Jardim do Seridó - RN.

Referência: OLIVEIRA, L. S. L.; PINTO, E. G.; SOARES, D. S. B.; FERNANDES, A. P. S.; MARTINS, W. F. Efeito do revestimento comestível à base de fécula de mandioca nas propriedades físico-químicas de *dovyalis* (*dovyalis abyssinica*) durante o armazenamento. In: Wiaslan Figueiredo Martins; Ana Paula Stort Fernandes; Dayana Silva Batista Soares; Ellen Godinho Pinto; outros. (Org.). **Inovações e Desafios na Produção Agroindustrial de Alimentos**. 1ed. Jardim do Seridó: Agronfy, 2025, v. 1, p. 35-41. <https://doi.org/10.53934/agronfy-2025-03-04>.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1. A FRUTA <i>DOVYALIS ABYSSINICA</i>	13
2.1.1. Valor agregado da fruta <i>Dovyalis</i>	13
2.2. REVESTIMENTO COMESTÍVEL NA CONSERVAÇÃO DE FRUTAS.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. REVESTIMENTO COMESTÍVEL	16
3.2. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	17
3.2.1. Acidez titulável	17
3.2.2. Determinação de pH	18
3.2.3. Teor de sólidos solúveis.....	18
3.2.4. Teor de vitamina C	18
3.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
CONCLUSÕES.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Dovyalis*, pertencente à família Flacourtiaceae, é composto por diversas espécies como *Dovyalis caffra*, *Dovyalis abyssinica* e *Dovyalis hebecarpa*. A *D. abyssinica*, popularmente conhecida como mukambura, groselha-do-ceilão ou abricó-da-florida, é originária da África e destaca-se pelos frutos esféricos, suculentos e de elevada acidez, características que os tornam atrativos para a produção de doces, geleias e sucos (Joker; Omondi, 2000; Mendes-Ferrão, 1999). Além disso, a coloração variada da casca, que vai do laranja ao vermelho-arroxeadado, juntamente com a textura macia e a presença de uma fina camada de pelos, reforça o apelo sensorial dessa fruta exótica. No Brasil, a propagação da *Dovyalis* teve início com a introdução de uma variedade pela UNESP, e sua aptidão para o processamento industrial tem sido amplamente investigada (Cavalcante; Martins, 2005).

A *D. abyssinica* apresenta alto rendimento em polpa e sementes facilmente removíveis, características que facilitam sua aplicação industrial. Estudos apontam que clones como a variedade ‘Romana’ possuem menor acidez, favorecendo seu consumo in natura, além de manterem características desejáveis como elevado índice de maturação e sólidos solúveis, que garantem a aceitação sensorial e a versatilidade do fruto no mercado (Silva *et al.*, 2011; Donadio; Moro; Servidone, 2002).

Paralelamente, a busca por soluções sustentáveis no processamento e conservação de frutas tem incentivado a utilização de revestimentos comestíveis biodegradáveis, como os elaborados a partir de fécula de mandioca (*Manihot esculenta*). Esse biopolímero oferece propriedades físicas e químicas favoráveis, como formação de barreiras contra a perda de água e proteção contra microrganismos, prolongando a vida útil e mantendo a qualidade dos produtos hortifrutícolas (Carvalho, 2010; Assis; Bitro, 2014).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito do revestimento comestível à base de fécula de mandioca nas propriedades físico-químicas da *Dovyalis* (*Dovyalis abyssinica*) durante o armazenamento em temperatura ambiente, destacando seu potencial como tecnologia sustentável para conservação de frutas exóticas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A FRUTA *DOVYALIS ABYSSINICA*

Dovyalis abyssinica é comumente chamada de groselha africana, nativa da África, pertence ao pequeno gênero *Dovyalis* e à família Flacourtiaceae (Legesse; Tamir; Bezabeh, 2019). Ocorre naturalmente da Etiópia, Eritreia e Somália no Norte, passando pelo Quênia e Tanzânia até o Malawi no Sul. Cresce em florestas tropicais de terras altas, florestas perenes secas, nas margens de rios e às vezes em áreas de floresta mais abertas (Kiamba; Schmidt; Mbora, 2009).

Os frutos têm 2-3 cm de diâmetro e 1-3 sementes, um sabor ácido, uma cor vermelha muito atraente e um excelente rendimento de polpa, além de um sabor agradável; essas características fazem desta fruta uma boa escolha para processamento. Quando a fruta é colhida, o cálice permanece aderido à fruta, dando uma aparência de frescor e dando à fruta uma aparência diferente daquelas produzidas comercialmente (Silva *et al.*, 2011).

2.1.1. Valor agregado da fruta *Dovyalis*

A *Dovyalis* é uma espécie com bom potencial de mercado em qual ele poderá trilhar o caminho das frutas exóticas com plantios comerciais no Brasil. Os frutos da *Dovyalis* são extremamente ácidos, não servindo para o consumo ao natural, apesar de o fruto apresentar formato e cor bastante atrativos (Silva *et al.*, 2011). Até onde sabemos, não há até agora nenhum relatório oficial de nenhuma pesquisa sobre desenvolvimento de produtos a partir de frutas *D. abyssinica* no Brasil. Outras regiões do mundo (principalmente a África do Sul), no entanto, realizaram uma série de estudos a respeito do uso da *Dovyalis caffra*.

Em um estudo conduzido na África do Sul por Minnaar *et al.* (2017), o vinho foi desenvolvido pela fermentação do suco de fruta *Dovyalis caffra* usando uma cultura mista de *Schizosaccharomyces pombe* e *Saccharomyces cerevisiae* e uma única cultura de *Saccharomyces cerevisiae*. De acordo com os autores, o desenvolvimento do vinho de frutas *D. caffra* é demonstrado ser viável e de grande potencial para estudos futuros em direção à sua melhoria nos parâmetros sensoriais, fitoquímicos e físico-químicos.

Uma bebida de néctar de frutos maduros de *D. caffra* foi desenvolvida e caracterizada em um estudo conduzido na África do Sul por Du Preez *et al.* (2013). No estudo, o néctar de *D. caffra* foi formulado pela mistura de 30% da polpa da fruta com água, açúcar e ácido cítrico até um ponto final de 14° Brix. A avaliação sensorial pelo método de degustação afetiva indicou uma aceitação bruta do produto por todos os painelistas. O estudo, no entanto, identificou uma pequena preocupação com a alta acidez do fruto de *D. caffra* e sua influência no sabor do néctar. Consequentemente, mais pesquisas na formulação do produto foram recomendadas.

As frutas de *Dovyalis* são consideradas ideais para o desenvolvimento de conservas devido à sua alta acidez e níveis de pectina que aumentam suas propriedades de geleificação. Essas frutas produzem geleias, compotas e marmeladas de cor âmbar (2008).

2.2. REVESTIMENTO COMESTÍVEL NA CONSERVAÇÃO DE FRUTAS

A deterioração das frutas é atribuída principalmente à perda/desidratação de água, deterioração da textura, respiração, senescência e contaminação microbiana (Jung *et al.*, 2020). Para abordar essas questões, é necessário o desenvolvimento urgente de tecnologias sustentáveis e econômicas para reduzir a perda e o desperdício de frutas, aliviando assim a insegurança alimentar e a desnutrição. Em comparação com métodos comerciais, como encerramento, refrigeração (Lukasse *et al.*, 2023) e embalagem atmosférica modificada (Ghidelli; Perez-Gago, 2018), os revestimentos comestíveis são atualmente amplamente usados para estender a vida útil das frutas devido à sua simplicidade superior, eficácia e características de baixo custo. Devido à barreira contra oxigênio e umidade fornecida pelo revestimento, as frutas revestidas apresentam respiração suprimida e desidratação restrita, resultando em uma vida útil prolongada com alta qualidade e frescor (Sun *et al.*, 2022).

Nesse contexto, biopolímeros como proteínas (Jung *et al.*, 2020; Zinke *et al.*, 2024), celulose (Kwak *et al.*, 2021), quitosana (Ma *et al.*, 2024) e amido (Binh; Michael; Tizazu, 2022) têm sido amplamente utilizados como materiais de revestimento, devido à sua excelente biocompatibilidade e ampla disponibilidade. A busca por revestimentos comestíveis e biodegradáveis tem crescido ao longo dos anos, impulsionada pela crescente demanda da sociedade por alimentos de qualidade e pela oportunidade de desenvolvimento de mercados voltados à produção de películas biodegradáveis a partir

de fontes renováveis. Nesse cenário, destaca-se o crescente interesse pela utilização da fécula de mandioca como matéria-prima para a elaboração de revestimentos comestíveis, em razão de seu baixo custo, boa resistência mecânica, transparência e capacidade de atuar como barreira à perda de água, o que contribui para a conservação e atratividade comercial de frutas e hortaliças. Além disso, trata-se de um material atóxico e seguro para o consumo (Carvalho, 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

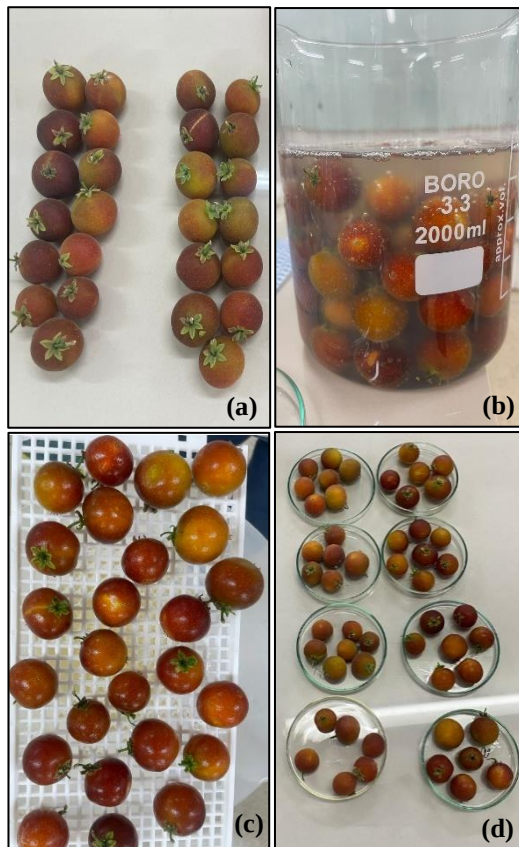
O estudo foi realizado com frutos de *D. abyssinica* cultivados e colhidos na fase de maturação comercial no período de maio de 2024, na cidade de Morrinhos, Goiás, e transportados para o laboratório de análises físico-química do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos. Os frutos foram selecionados quanto à uniformidade de tamanho, coloração e ausência de defeitos aparentes. Após a colheita, os frutos foram higienizados com solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 minutos e enxaguados em água destilada.

3.1. REVESTIMENTO COMESTÍVEL

O revestimento à base de fécula de mandioca foi preparado seguindo o protocolo de Henrique e Cereda (2007), com algumas adaptações. Para a formulação, utilizou-se uma solução contendo 3% de fécula de mandioca e 2% de gelatina incolor (Dr. Oetker®), ambas solubilizadas em 2 litros de água destilada. A mistura foi aquecida a 70 °C até atingir o ponto de geleificação. Posteriormente, os frutos foram completamente imersos na solução e colocados para secar inicialmente sobre grades de plástico, permitindo o escoamento do excesso de líquido, e em seguida, sobre placas de Petri esterilizadas. Um grupo de frutos sem revestimento foi utilizado como controle.

Após o processo de aplicação, todos os frutos foram armazenados à temperatura ambiente (25 ± 2 °C) e submetidos a análises nos dias 0, 2, 4 e 6. A Figura 1 ilustra os frutos de *D. abyssinica* em estado in natura, imersos em cobertura à base de fécula de mandioca, dispostos sobre grades de plástico e armazenados à temperatura ambiente em placas de Petri.

Figura 1 – Conservação pós-colheita de frutos de *Dovyalis abyssinica*: (a) estado *in natura*; (b) imersão em cobertura à base de fécula de mandioca; (c) disposição sobre grades de plástico para escoamento do excesso de cobertura; e (d) armazenamento em placas de Petri à temperatura ambiente, com e sem revestimento de fécula de mandioca.



Fonte: elaborada pela autora (2025).

3.2. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

As análises foram realizadas em triplicata no Laboratório de Físico-química, do Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, conforme a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Os seguintes parâmetros foram avaliados ao longo do armazenamento: acidez titulável, pH, teor de sólidos solúveis e teor de vitamina C.

3.2.1. Acidez titulável

A acidez titulável foi determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N, utilizando fenolftaleína como indicador. A titulação foi conduzida até o aparecimento de coloração levemente rosada, persistente por cerca de 30 segundos.

Os resultados foram expressos em gramas de ácido cítrico por 100 g de polpa, utilizando a Equação 1.

$$\text{Acidez (g ácido cítrico/100 g)} = \frac{(V \times N \times F \times 100)}{P \times 1000} \quad \text{Eq. (1)}$$

Em que, V = volume de NaOH gasto na titulação (mL), N = normalidade do NaOH, F = fator de conversão do ácido cítrico (64,04), P = massa da amostra (g).

3.2.2. Determinação de pH

O pH foi determinado diretamente no suco utilizando um potenciômetro digital previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. A medida foi realizada imergindo o eletrodo no suco à temperatura ambiente.

3.2.3. Teor de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi avaliado utilizando um refratômetro portátil calibrado com água destilada e o resultado foi registrado em graus Brix (°Brix).

3.2.4. Teor de vitamina C

A vitamina C foi quantificada pelo método de titulação com solução de iodo, baseando-se na reação do ácido ascórbico com o iodo em presença de amido como indicador. A quantidade de vitamina C foi expressa em mg por 100 g de polpa, utilizando a Equação 2.

$$\text{Vitamina C (mg/100 g)} = \frac{(V \times F \times 100)}{P} \quad \text{Eq. (2)}$$

Em que, V = volume de iodato gasto na titulação (mL), F = 3,522 ou 0,3522, respectivamente para KIO_3 0,02 M ou 0,002 M e P = peso (g) ou volume (mL) da amostra.

3.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos resultados foi conduzida por meio de estatística descritiva, expressa como média $\pm$ desvio padrão. Para a comparação entre as médias, utilizou-se o teste de *Tukey* ($p \leq 0,05$) em análises envolvendo quatro médias, e o teste *t* de *Student* ($p \leq 0,05$) para comparações entre duas médias. As análises foram realizadas no software ASSISTAT versão 7.7.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores médios ($\pm$ DP) dos parâmetros físico-químicos (acidez titulável, pH, teor de sólidos solúveis e vitamina C) das amostras de *D. abyssinica* com e sem revestimento comestível à base de fécula de mandioca, avaliados ao longo de 0, 2, 4 e 6 dias de armazenamento.

Tabela 1 – Valores médios ($\pm$ DP) dos parâmetros físico-químicos de amostras de *Dovyalis* (*Dovyalis abyssinica*) com e sem revestimento comestível à base de fécula de mandioca.

Parâmetros	Tempo (dias)	Tratamentos	
		Sem revestimento	Com revestimento
Acidez titulável (g de ácido cítrico/100 g)	0	1,44 $\pm$ 0,04 ^{aA}	1,44 $\pm$ 0,04 ^{aA}
	2	1,27 $\pm$ 0,16 ^{aB}	1,43 $\pm$ 0,09 ^{aA}
	4	1,03 $\pm$ 0,02 ^{bA}	0,95 $\pm$ 0,07 ^{bB}
	6	-	1,39 $\pm$ 0,05 ^a
pH	0	3,46 $\pm$ 0,08 ^{bA}	3,46 $\pm$ 0,08 ^{bA}
	2	4,62 $\pm$ 0,04 ^{aA}	4,63 $\pm$ 0,01 ^{aA}
	4	4,66 $\pm$ 0,07 ^{aA}	4,52 $\pm$ 0,04 ^{aA}
	6	-	4,60 $\pm$ 0,05 ^a
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	0	12,00 $\pm$ 0,00 ^{aA}	12,00 $\pm$ 0,00 ^{aA}
	2	9,70 $\pm$ 0,00 ^{bB}	10,30 $\pm$ 0,00 ^{abA}
	4	8,00 $\pm$ 0,00 ^{cB}	11,40 $\pm$ 0,61 ^{abA}
	6	-	9,77 $\pm$ 1,46 ^b
Teor de vitamina C (mg/100 g)	0	35,65 $\pm$ 2,91 ^{aA}	35,65 $\pm$ 2,91 ^{aA}
	2	25,75 $\pm$ 1,38 ^{bA}	32,09 $\pm$ 2,37 ^{aA}
	4	20,66 $\pm$ 0,41 ^{cB}	13,38 $\pm$ 0,00 ^{cB}
	6	-	26,37 $\pm$ 1,68 ^b

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas entre os tempos pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

Fonte: elaborada pela autora (2025).

A acidez titulável inicial foi de 1,44 g de ácido cítrico/100 g, apresentando uma redução gradual ao longo do armazenamento, especialmente nas amostras sem revestimento, que atingiram 1,03 g de ácido cítrico/100 g no quarto dia. Nas amostras revestidas, observou-se uma diminuição nos valores de acidez titulável até o quarto dia; entretanto, no último dia de armazenamento (sexto dia), a acidez permaneceu em 1,39 g de ácido cítrico/100 g, sem diferenças significativas em relação aos valores registrados nos dias zero e dois. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a redução da acidez é um processo comum durante o amadurecimento dos frutos, decorrente do metabolismo respiratório que continua ativo após a colheita. Nesse processo, diversos substratos, incluindo os ácidos orgânicos presentes nos vacúolos das células, são utilizados no ciclo de Krebs para a geração de energia. Além disso, Siqueira (2012) sugere que um possível aumento posterior na acidez pode ser atribuído à degradação da parede celular provocada pelo metabolismo, o que leva ao aumento do número de ácidos orgânicos no fruto.

Estudos anteriores destacaram valores mais elevados para outras variedades de *dovyalis*, como os 5,5% de ácido cítrico para frutos de *D. abyssinica* reportados por Silva *et al.* (2011) e os 2,9 a 3,6 mg de ácido málico/100 g para híbridos (*D. abyssinica* e *D. hebecarpa*) analisados por Cavalcante e Martins (2005). A menor acidez observada no presente trabalho pode ser atribuída às diferenças no manejo e condições ambientais, reforçando sua viabilidade para o consumo fresco.

O pH inicial de 3,46 aumentou significativamente para 4,60 nas amostras revestidas ao final de 6 dias e 4,66 nas amostras sem revestimento ao final de 4 dias de armazenamento. Esse aumento está relacionado ao mesmo fato citado anteriormente por Chitarra e Chitarra (2005) com relação à diminuição da acidez. Valores inferiores de pH foram relatados por Silva *et al.* (2011), que observaram médias de 3,02 para *Dovyalis* 'Romana' e 2,61 para *D. abyssinica*.

O teor de sólidos solúveis (°Brix) inicial foi de 12,00 °Brix, com reduções mais acentuadas nas amostras sem revestimento (8,00 °Brix no quarto dia). Frutos revestidos mantiveram valores mais elevados (9,77 °Brix no sexto dia), demonstrando a eficácia do revestimento em preservar açúcares durante o armazenamento. Esses valores são similares aos encontrados por Silva *et al.* (4) para frutos *dovyalis* (12 °Brix), mas inferiores aos reportados por Cavalcante e Martins (2005), que identificaram entre 14,0 e 14,9 °Brix para híbridos, possivelmente devido a variações genéticas e ambientais.

Os teores iniciais de vitamina C nas amostras analisadas foram de 35,65 mg/100 g. No entanto, observou-se uma queda expressiva nas amostras sem revestimento, que

atingiram 20,66 mg/100 g no quarto dia de armazenamento. Já nas amostras revestidas, ocorreu uma recuperação parcial do teor de vitamina C, alcançando 26,37 mg/100 g no sexto dia.

Conforme Zheng *et al.* (2022), a degradação e o acúmulo de vitamina C durante o amadurecimento pós-colheita são processos geneticamente regulados, com níveis de expressão diferenciados em genes relacionados à síntese, metabolismo, degradação e regeneração do ácido ascórbico, variando entre espécies de frutas. Esses processos estão associados a fatores de transcrição, interações entre proteínas, hormônios vegetais e condições ambientais. Assim, a recuperação parcial observada no sexto dia para as amostras revestidas pode ser explicada por duas hipóteses complementares.

A primeira hipótese, proposta por Gil *et al.* (2006), sugere que, em frutas como limão (*Citrus aurantifolia*), maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) e laranja doce (*Citrus sinensis*), há uma redução significativa de ácido ascórbico acompanhada por um aumento dos níveis de vitamina C durante o armazenamento. Isso ocorre devido à maior atividade da enzima ascorbato oxidase, que promove a conversão de ácido ascórbico em ácido deidroascórbico (DHA), contribuindo para o aumento do conteúdo total de vitamina C como resultado do aumento de DHA.

A segunda hipótese é fundamentada nos estudos de Abeysuriya *et al.* (2024), que apontam que as vias sintéticas do ácido ascórbico podem ser ativadas durante o armazenamento como resultado do amadurecimento pós-colheita. Nesse processo, a conversão de reservas de amido em açúcares e a liberação de polissacarídeos da parede celular, devido à sua desmontagem, fornecem glicose adicional para a biossíntese de ácido ascórbico. Dessa forma, as células vivas das frutas mantêm a capacidade de sintetizar tanto glicose quanto ácido ascórbico durante o período de armazenamento.

Essas hipóteses ilustram os complexos mecanismos metabólicos e fisiológicos envolvidos na manutenção e variação dos teores de vitamina C em frutas armazenadas, especialmente na presença de revestimentos comestíveis que podem moderar esses processos.

CONCLUSÕES

Os resultados reforçam a eficácia do revestimento comestível à base de fécula de mandioca na preservação da qualidade físico-química de frutos de *Dovyalis abyssinica* durante o armazenamento.

A aplicação do revestimento retardou a degradação da acidez, dos sólidos solúveis e da vitamina C, além de estabilizar o pH. Essas características tornam o revestimento uma solução sustentável e de baixo custo para a extensão da vida útil de frutos exóticos, sendo uma alternativa viável para complementar estratégias de cultivo e manejo de variedades.

Estudos adicionais são recomendados para explorar combinações de revestimentos com diferentes aditivos e condições de armazenamento, visando maximizar os benefícios para a conservação de frutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEYSURIYA, H. I.; BULUGAHAPITIYA, V. P.; JAYATISSA, L. P. Variation of vitamin C content and antioxidant capacities during the post-harvest storage of fresh fruits under different temperatures. **J Stored Prod Res.**, v. 109, 102426, 2024. doi:10.1016/j.jspr.2024.102426.

ASSIS, M. M.; BITRO, A. F. Embalagens biodegradáveis à base de amido para conservação de frutas tropicais. **Sci Agric.**, v. 71, n. 5, p. 424-30, 2014.

BINH, M. T.; MICHAEL, S.; TIZAZU, H. M. A nanomaterial-stabilized starchbeeswax Pickering emulsion coating to extend produce shelf-life. **Chemical Engineering Journal**, v. 431, Article 133905, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.133905>.

CARVALHO, A. Revestimentos comestíveis para frutas: fécula de mandioca como barreira natural. **Alimentos Nutr.**, v. 21, n. 1, p. 97-103, 2010.

CAVALCANTE, I. H.; MARTINS, A. B. G. Physical and chemical characterization of dovyalis fruits. **International Journal of Fruit Science**, v. 5, n. 4, p. 39-46, 2005.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA; 2005. 785 p.

DONADIO, L. C.; MORO, F. V.; SERVIDONE, A. A. **Frutas brasileiras**. Jaboticabal: Novos Talentos, 2002. 288 p.

DU PREEZ, R. J.; DE JAGER, K.; WELGEMOED, C. P.; MAPHANGA, O.; MHLOPHE, S. D.; HANSMANN, C. Preliminary investigation into the potential for commercialization of indigenous fruits in rural communities: survey, fruit composition, propagation and product development. **Acta Hort.**, 2013. http://www.actahort.org/books/1007/1007_71.htm.

GHIDELLI, C.; PEREZ-GAGO, M. B. Recent advances in modified atmosphere packaging and edible coatings to maintain quality of fresh-cut fruits and vegetables.

Critical Reviews in Food Science and Nutrition, v. 58, n. 4, p. 662–679, 2018. doi: [https://doi.org/ 10.1080/10408398.2016.1211087](https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1211087).

GIL, M. I.; AGUAYO, E.; KADER, A. A. Quality changes and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruits during storage. **J Agric Food Chem.**, v. 54, p. 4284-96, 2006. doi:10.1021/jf060303y.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. Uso de ethephon e fécula de mandioca na conservação pós-colheita de limão siciliano. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, p. 99-106, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. Ed. São Paulo-SP; 2008.

JOKER, D.; OMONDI, W. **Agroforestry Database**. Nairobi: World Agroforestry Centre; 2000.

JUNG, S.; CUI, Y.; BARNES, M.; SATAM, C.; ZHANG, S.; CHOWDHURY, R. A.; *et al.* Multifunctional bio-nanocomposite coatings for perishable fruits. **Advanced Materials**, v. 32, n. 26, Article 1908291, 2020. doi: <https://doi.org/10.1002/adma.201908291>.

KIAMBA, J. K.; SCHMIDT, L. H.; MBORA, A. *Dovyalis abyssinica* (A. Rich) Warb. **Seed Leaflet**, (144), 2009.

KWAK, H.; SHIN, S.; KIM, J.; KIM, J.; LEE, D.; LEE, H. *et al.* Protective coating of strawberries with cellulose nanofibers. **Carbohydrate Polymers**, v. 258, Article 117688, 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.117688>.

LEGESSE, B. A.; TAMIR, A.; BEZABEH, B. Phytochemical screening and antibacterial activity of leaf extracts of *Dovyalis abyssinica*. **J Emerg Technol Innov Res.**, v. 6, n. 6, p. 453–65, 2019.

LUKASSE, L. J. S.; SCHOUTEN, R. E.; CASTELEIN, R. B.; LAWTON, R.; PAILLART, M. J. M.; GUO, X. *et al.* Perspectives on the evolution of reefer containers for transporting fresh produce. **Trends in Food Science & Technology**, v. 140, Article 104147, 2023. doi: [https://doi.org/ 10.1016/j.tifs.2023.104147](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104147).

MA, P.; JIA, X.; ZHANG, X.; LI, Y.; HE, Y.; LI, T. *et al.* Ion-chelated porous chitosan nanocrystal for highly efficient postharvest preservation. **Matter**, v. 7, n. 7, 2567–2580, 2024. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matt.2024.06.004>.

MENDES-FERRÃO, J. **Fruticultura tropical**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian; 1999.

MINNAAR, P. P.; JOLLY, N. P.; PAULSEN, V.; DU PLESSIS, W. H; VAN DER RIJST, M. *Schizosaccharomyces pombe* and *Saccharomyces cerevisiae* yeasts in sequential fermentations: effect on phenolic acids of fermented Kei-apple (*Dovyalis caffra* L.) juice. **Int. J. Food Microbiol.**, v. 257, p. 232–237, 2017. doi: [10.1016/j.ijfoodmicro.2017.07.004](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.07.004).

National Research Council. **Lost Crops of Africa: Volume III: Fruits**, The National Academies Press, 2008. doi: [10.17226/11879](https://doi.org/10.17226/11879).

SILVA, J. A.; GRIZOTTO, R. K.; MIGUEL, F. B.; BÁRBARO, I. M. Caracterização físico-química de frutos de clones de doviális (*Dovyalis abyssinica* Warb). **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, p. 466-72, 2011.

SIQUEIRA, A. P. O. **Uso de coberturas comestíveis na conservação pós-colheita de goiaba e maracujá-azedo** [Dissertação de mestrado]. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; 2012. 80 p.

SUN, H.; CAO, Y.; KIM, D.; MARELLI, B. Biomaterials technology for agrofood resilience. **Advanced Functional Materials**, v. 32, n. 30, Article 2201930, 2022. doi: <https://doi.org/10.1002/adfm.202201930>.

ZHENG, X.; GONG, M.; ZHANG, Q. *et al.* Metabolism and regulation of ascorbic acid in fruits. **Plants**, v. 11, n. 12, 1602, 2022. doi:10.3390/plants11121602.

ZINKE, A.; POTTACKAL, N.; ZAHIN, F.; NUR, M. I.; AHMED, F.; JI, Y. *et al.* Preserving Fresh Eggs via Egg-Derived Bionanocomposite Coating. **Advanced Functional Materials**, v. 34, n. 30, Article 2310091, 2024. doi: <https://doi.org/10.1002/adfm.202310091>.