

Iniciativas Sustentáveis: Aproveitamento de Resíduos de Mamão como Matéria-Prima para Processo de Fermentação

Sustainable Initiatives: Utilization of Papaya Residues as Raw Material for Fermentation Process

Marsony Nascimento Lima¹, Eliane Ferreira de Souza², Mauricio Simões da Mata³, Maria do Socorro Mascarenhas⁴

RESUMO

O Brasil destaca-se como o segundo maior produtor mundial de mamão, com um consumo abrangendo tanto a fruta *in natura* quanto industrializada. Durante o processo de industrialização, há a geração de resíduos passíveis de reaproveitamento. Nesse contexto, este estudo visa avaliar a utilização de resíduos de mamão como substrato para fermentação. Os resíduos de mamão foram coletados, higienizados e dois tratamentos foram preparados: um com resíduos de mamão e sacarose (TA) e outro com resíduos de mamão e caldo de cana (TB); o caldo de cana puro foi utilizado como controle negativo (CN). Após a adição de leveduras, os substratos foram incubados a 30°C por 24 horas e o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) foi monitorado com um refratômetro. Após este período foi realizada a destilação e amostras foram coletadas para as análises de rendimento e densidade específica que foi avaliada por meio de um densímetro digital. Durante a avaliação do consumo de °Brix, observou-se que houve uma redução durante a fermentação mostrando que houve fermentação. A amostra TB foi identificada como aquela com a maior densidade, indicando uma menor concentração alcoólica. Este estudo evidenciou a viabilidade de produzir álcool etílico a partir de resíduos de mamão, apresentando-se como uma alternativa promissora para ser utilizado como matéria-prima para outros processos.

Palavras-chave: Fermentação. *Saccharomyces cerevisiae*. Utilização de resíduos.

ABSTRACT

Brazil stands out as the world's second largest producer of fruits, with consumption ranging from both raw and industrialized fruit. During the industrialization process, there is the generation of waste that has to be recycled. In this context, this study aims to support the use of breast waste as a substrate for fermentation. The breast waste is collected, sanitized and two treatments are prepared: one with breast waste and sugar broth (TA) and another with breast waste and cane broth (TB); or pure cane broth was used as a negative control (NC). After adding yeasts, the substrates were incubated at 30°C for 24 hours and the total dissolved solids theory (°Brix) was monitored with a refractometer. After this period, distillation and collected sample samples were carried out for specific yield and density analyzes that were evaluated by means of a digital densimeter. During the evaluation of °Brix consumption, it was observed that there was a reduction during fermentation showing that there was fermentation. The TB sample was identified as the one with the highest density, indicating a lower alcohol concentration. This study evidences the feasibility of producing ethyl alcohol from breast waste, presenting itself as a promising alternative to be used as raw material for other processes.

Keywords: Fermentation. *Saccharomyces cerevisiae*. Use of waste.

¹ Técnico em Química, SENAI - Departamento Regional do Mato Grosso do Sul, Sonora - MS, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3792-0543>

E-mail: marsoneilima676@gmail.com

² Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul / UEMS, Brasil; Instrutora do SENAI - Departamento Regional do Mato Grosso do Sul, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9721-4464>

E-mail: mariseliana@hotmail.it

³ Técnico em Química, SENAI - Departamento Regional do Mato Grosso do Sul, Sonora - MS, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3714-1833>

E-mail: mauriciodamata72@gmail.com

⁴ Doutora em RECURSOS NATURAIS pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul / UEMS, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5343-4502>

E-mail: maria_mascarenhas@outlook.com

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a produção de frutas no Brasil tem experimentado um notável desenvolvimento, impulsionada por fatores de natureza social e econômica. Alguns avanços tecnológicos tem conferido ao país uma posição de destaque como um dos principais protagonistas globais no setor de fruticultura (BORNAL et al., 2021; MISHRA et al., 2021). Em 2021, este setor empregou cerca de 193,9 mil trabalhadores formais, um aumento de 9% em relação ao ano anterior, correspondendo a 11,5% do total de postos de trabalho na agropecuária de acordo com a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS, 2022).

Esta atividade não apenas promove um efeito multiplicador de renda, mas também se apresenta como uma alternativa para as economias locais muitas vezes estagnadas. Esta atividade oferece perspectivas de desenvolvimento a curto prazo (SOUZA et al., 2018). Dessa forma, o fortalecimento do setor frutícola contribui para a economia nacional, sendo considerado como um impulsionador para o crescimento sustentável do agronegócio brasileiro. Embora alguns produtores tenham reportado níveis elevados de produtividade em seus pomares, é notável que o Brasil ainda tenha uma presença incipiente no mercado internacional de frutas frescas, como salientado por Oliveira e Pereira (2019).

Um bom exemplo está na produção de mamão, que além de representar uma oportunidade sólida de investimento para empreendedores rurais, desempenha um papel socioeconômico fundamental na geração de empregos e renda, ao mesmo tempo que fortalece a presença internacional do Brasil no comércio, visto que essa fatia do mercado tem conquistado um interesse crescente (NUNES e SILVA, 2022).

No contexto global do cultivo de mamão, o Brasil ocupa uma posição proeminente, figurando como o segundo maior produtor mundial dessa fruta. Os estados do Espírito Santo e Bahia desempenham um papel significativo, contribuindo com aproximadamente 65% da produção total no país. Notavelmente, o Espírito Santo sobressai-se como o principal produtor e exportador de mamão do tipo exportação no Brasil, alcançando uma produtividade média de 58,7 toneladas por hectare ao ano, uma das mais elevadas do país. Além de liderar em termos de produção, o Espírito Santo evidencia uma produtividade que supera em 40% a média nacional, colhendo em média 60,04 toneladas por hectare, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022).

Quando a cultura do mamão é gerenciada de acordo com os princípios das boas práticas agrícolas, ela se apresenta como uma atividade de alta rentabilidade em

comparação com práticas agrícolas tradicionais. Dessa forma, o cultivo do mamão emerge como uma opção economicamente viável para pequenos e médios produtores, consolidando-se como uma fonte de sustento promissora (LUCENA et al., 2021).

A espécie *Carica papaya* L., conhecida como mamão, é caracterizada por seu crescimento rápido, geralmente atingindo alturas de 3,00 a 8,00 metros, com caules de aproximadamente 0,20 metros de diâmetro. Suas folhas são alternadas, e os pecíolos apresentam um formato fistuloso e cilíndrico, medindo geralmente entre 0,50 a 0,70 metros de comprimento, com coloração verde-pálido. Esta espécie se destaca por suas flores brancas ou amarelas, que podem ser classificadas em três tipos: hermafroditas, femininas e masculinas. Notavelmente, as plantas hermafroditas são preferidas no comércio devido à forma de seus frutos, que são piriformes ou alongados (SERAFINI et al., 2021).

Os frutos do mamão são categorizados como bagas, apresentando um mesocarpo carnoso com coloração amarelo-avermelhada, e suas sementes, envoltas por um arilo transparente, são pretas. O mamão é consumido tanto in natura quanto utilizado na produção de diversos produtos e subprodutos por meio de processos de industrialização, conforme relatado por Da SILVA et al. (2022). Sua composição nutricional é rica e prontamente absorvível. O mamão é conhecido por conter açúcares, pró-vitamina A (β -caroteno) e vitamina C (ácido ascórbico), além de possuir propriedades funcionais relacionadas à capacidade laxante. A polpa do mamão também é uma fonte de ferro, cálcio, magnésio e potássio, como evidenciado por Tome e Augustinha (2018).

De acordo com SALINAS et al. (2023), o mamão é uma das frutíferas mais precoces, apresentando uma fase juvenil relativamente curta de três a oito meses, sendo caracterizado como uma planta semi-lenhosa, em que as etapas de crescimento, floração e maturação dos frutos ocorrem simultaneamente, contribuindo para uma média de produtividade considerada satisfatória. Além disso, durante o processo de industrialização do mamão, uma quantidade significativa de resíduos é gerada, incluindo cascas e sementes, que podem ser reaproveitados (PATHAK; MANDAVGANE; KULKARNI, 2019). As sementes, correspondendo a cerca de 14% do peso do fruto, possuem potencial para extração de óleo comestível ou uso em aplicações farmacêuticas, com um rendimento industrial de aproximadamente 25%, conforme indicado por Alhanif, Kumoro e Wardhani (2021).

Entretanto, é importante notar que os resíduos podem conter substâncias de elevado valor alimentar. Por meio do uso de tecnologias apropriadas, é possível transformar esse

material em produtos comerciais ou matérias-primas para processos secundários, conforme apontado por Ogata et al. (2016). Resíduos como cascas, peles, sementes, bagaços e subprodutos resultantes do processo de despulpamento são classificados como descartes, frequentemente negligenciados tanto pela indústria alimentícia quanto pelo uso doméstico, apesar de serem produzidos em quantidades consideráveis (SHAHRAKI; AHMAD; BUSHRA, 2022).

De forma geral, os resíduos provenientes da indústria alimentar apresentam elevadas quantidades de cascas, núcleos e sementes. Além de serem fontes de compostos orgânicos, essas substâncias desempenham um papel crucial em funções fisiológicas e regenerativas, e servem como ricas fontes de proteínas, carboidratos, lipídios, vitaminas, minerais, fibras e compostos antioxidantes utilizados na produção de alimentos, cosméticos e, principalmente, na alimentação humana, como discutido por RATHER et al. (2023).

Alguns estudos estão em curso para analisar a composição dos resíduos agroindustriais de frutas, com o objetivo de assegurar sua utilização adequada. Agregar valor a esses resíduos exige a identificação de seus constituintes por meio de pesquisas científicas e tecnológicas (IÑIGUEZ-MORENO et al., 2023). No contexto do mamão, as cascas e sementes destacam-se como os principais subprodutos gerados, e atribuir valor a essas partes assume grande importância econômica, científica e tecnológica (GARCÍA-VILLEGAS et al., 2022). Além disso, considerando tanto o consumo elevado por parte dos consumidores quanto a indústria, é pertinente observar que o desperdício associado a esses subprodutos é substancial.

O potencial deste resíduo está na presença de açúcares fermentescíveis. Esta composição abre diversas possibilidades em termos de sua aplicação na produção de bebidas fermentadas, e até mesmo na composição de licores refinados (DING et al., 2022). Isto tendo em vista que a demanda por produtos diferenciados no mercado consumidor tem impulsionado o desenvolvimento de técnicas de fermentação e destilação mais refinadas, resultando em produtos finais de alta qualidade. Esse nicho de mercado seletivo busca sabores distintos e experiências sensoriais únicas, o que abre espaço para a exploração criativa das características desse material fermentescível. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo avaliar a utilização de resíduos de mamão para um processo de fermentação para a produção de uma bebida fermentada.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Local de estudo

O estudo foi desenvolvido no Laboratório do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI, no município de Sonora-MS,

2.2. Obtenção dos resíduos, higienização e preparo das amostras

Os resíduos foram obtidos junto ao comércio local e transportados ao laboratório. As amostras foram higienizadas em água corrente, classificadas, separadas e pesadas, sendo utilizadas 130 g de resíduos de mamão para cada amostra de solução. O substrato fermentescível foi preparado adicionando o resíduo a 500 mL de água destilada que passaram por processo de trituração, com o auxílio de um liquidificador, até resultar em uma mistura homogênea. Após este processo as amostras foram filtradas e reservadas.

2.3. Preparo do substrato fermentescível

Foram preparados 2 tratamentos, sendo composto pela solução com resíduos de mamão no qual foram adicionados 127g de sacarose. Este tratamento foi identificado como (TA); um composto por solução de resíduos de mamão com a adição de caldo de cana (TB). Foi utilizado o caldo de cana puro como controle negativo (CN).

2.4. Processo de fermentação

Para a fermentação foram utilizados frascos de Erlenmeyer contendo 500 mL do substrato já esterilizado sem correção de pH, no qual foram adicionadas 10g de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* liofilizada de panificação. Os frascos foram dispostos em estufa com controle de temperatura (30°C) por um período de 24 horas.

2.5. Destilação

Após o período fermentativo o caldo fermentado foi filtrado, com o auxílio de um funil de vidro e papel filtro para retirada da biomassa de levedura. Para a destilação foram

considerados 150 mL do fermentado. A destilação foi realizada com um microdestilador de bancada (SL-77).

2.6. Análise da concentração de álcool

A análise do álcool contido nas amostras foi realizada por meio da densidade específica utilizando como parâmetro a densidade do álcool comercial. O volume foi considerado em relação ao volume inicial destilado, sendo analisado o rendimento da fermentação. Foi realizada a análise da densidade na escala em Gay-Lussac (densímetro digital de bancada modelo DMA 4500 M), das amostras destiladas. Os critérios de inclusão e exclusão adotados;

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação do consumo de sólidos solúveis totais (°Brix), pode-se observar que houve um consumo considerado, uma vez que a concentração de açúcares totais inicial foi de 20°Brix e ao final da fermentação este parâmetro veio a declinar. Pode-se observar que o tratamento CN apresentou melhor eficiência de consumo de açúcares com 68,5 %, seguido do TA com 65,5% e do TB com 58% (Tabela 1). Os dados sugerem que o tratamento que havia resíduos de mamão apresentou eficiência de consumo de açúcares, embora menor quando comparado com os demais tratamentos. O que sugere a possibilidade de utilização deste resíduo para processos fermentativos que podem ser para a obtenção de bebidas destiladas.

No processo fermentativo é essencial que a levedura escolhida demonstre a habilidade de metabolizar os açúcares, como sacarose, glicose e frutose. Esses açúcares constituem as principais fontes de carbono presentes nas matéria-prima como cana-de-açúcar (MUSTAFA et al., 2020). A utilização de *S. cerevisiae* nos processos de produção de fermentados se justificada pela capacidade que estes microrganismos possuem de converter eficientemente o açúcar em álcool, minimizando a produção de subprodutos indesejados, possuindo uma notável resistência a ambientes industriais, como destaca Robak e Balcerk (2018).

Tabela 1. Consumo de sólidos solúveis totais (°Brix) no processo de fermentação nos diferentes tratamentos.

Amostras	Brix Final	Consumo(%)
TA	6,9	65,5
TB	8,4	58,0
CN	6,3	68,5

Fonte: Elaborada pelos autores (2024), sendo resíduo de mamão + sacarose (TA); resíduo de mamão + caldo de cana (TB) e cana puro (CN).

Ao avaliar o processo de destilação, em relação ao volume inicial (100 mL), foi constatado um rendimento significativo. Foi observado que o tratamento TB, alcançou um rendimento de 93% ficando próximo ao CN. Essa eficiência sugere que o tratamento TB pode ter otimizado a separação e concentração de substâncias-chave, contribuindo para o alto rendimento observado. Esse resultado se mostra promissor principalmente para dar outra finalidade aos resíduos de mamão. Contudo, são necessários estudos mais aprofundados em relação a otimização do processo.

Tabela 2. Rendimento do processo de destilação

Amostras	Rendimento (%)
TA	88
TB	93
CN	100

Fonte: Elaborada pelos autores (2024), sendo resíduo de mamão + sacarose (TA); resíduo de mamão + caldo de cana (TB) e cana puro (CN).

De acordo com Coelho et al. (2020), a utilização de métodos de produção convencionais e a falta de compreensão do produto final geralmente resultam em bebidas de baixo rendimento, qualidade inferior, ou ambos, contribuindo pouco para a valorização da matéria-prima. Estes mesmos autores salientam que o emprego de ferramentas biotecnológicas, frequentemente simples e de implementação fácil, emerge como uma alternativa para a produção de bebidas à base de fermentação possibilitando a obtenção de elevados rendimentos e contribuindo para a melhoria da qualidade do produto final.

A inovação representa desafios e oportunidades para o mercado de produtos específicos como os destilados. Neste contexto, torna-se evidente a importância de adotar

processos alternativos e de um monitoramento mais eficiente na produção de bebidas alcoólicas, incorporando maior tecnologia e eliminando etapas rudimentares. Essa abordagem pode resultar em maior rendimento na fermentação alcoólica, redução de custos e tempo de produção (WEBER et al., 2020).

Com base nos resultados de densidade e teor alcoólico das amostras de álcool produzido, tendo como referência a relação entre densidade e teor alcoólico como sendo inversamente proporcional. Ou seja, quanto menor a densidade, mais concentrado é o álcool, indicando uma menor presença de água na composição da mistura, o que resulta em um teor alcoólico mais elevado. A amostra TB foi identificada como aquela com a maior densidade (988,2), indicando menor concentração alcoólica 13,65% (Tabela 3).

Tabela 3. Densidade e teor aproximados de álcool presentes nas amostras.

Amostras	Densidade (g.mL ⁻¹)	Grau (%)
TA	975,2	17,99
TB	988,2	13,65
CN	980,4	17,99

Fonte: Elaborada pelos autores (2024), sendo resíduo de mamão + sacarose (TA); resíduo de mamão + caldo de cana (TB) e cana puro (CN).

A relação entre a fermentação e o teor alcoólico é crucial no processo de produção de álcool, sendo influenciada pelos microrganismos envolvidos e pelos substratos disponíveis (MANGWANDA et al., 2021). Durante a fermentação, as leveduras, convertem os açúcares presentes na matéria-prima, como frutas ou grãos, em álcool etílico e dióxido de carbono (COERTJENS et al., 2023). O teor alcoólico final do produto fermentado é determinado pela eficiência desse processo de conversão de açúcares em álcool (CONTRERAS et al., 2015). Quanto mais completa for a fermentação, maior será o teor alcoólico alcançado.

No entanto, outros fatores, como a concentração inicial de açúcares, a temperatura, o pH e a presença de nutrientes, também desempenham papéis importantes neste tipo de processo. Neste contexto, a mensuração do teor alcoólico é uma importante indicação da eficácia da fermentação (COMELLI; SELUY; ISLA, 2016). Resultados mais elevados indicam que a fermentação foi capaz de converter uma maior quantidade de açúcares em álcool, enquanto teores mais baixos podem sugerir um processo incompleto ou condições desfavoráveis.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, este estudo evidenciou a viabilidade da utilização dos resíduos de mamão como matéria-prima para outros processos como a produção de fermentados.

A comparação entre a produção de álcool a partir dos resíduos de mamão e do caldo de cana-de-açúcar, realizada neste experimento, revelou que os volumes e teores alcoólicos obtidos são proporcionais. No entanto, ao analisar os valores de densidade das amostras, observou-se uma superação dos limites estabelecidos pela ANP. Além disso, os teores alcoólicos ficaram aquém dos padrões exigidos pelas normas brasileiras. Diante desse cenário, é recomendável a realização de testes adicionais para alcançar resultados mais favoráveis e em conformidade com as regulamentações vigentes.

REFERÊNCIAS

- ABRAFRUTAS - Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. Fruticultura Brasileira: Diversidade e sustentabilidade para alimentar o Brasil e o Mundo - 2022. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2022/05/fruticultura-brasileira-diversidade-e-sustentabilidade-para-alimentar-o-brasil-e-o-mundo/#>. Acesso em: 25 de janeiro de 2024.
- ALHANIF, Misbahudin; KUMORO, Andri Cahyo; WARDHANI, Dyah Hesti. Mass transfer, energy utilization, physical and nutritional properties evaluations during drying of papaya (*Carica papaya* L.) seeds at low to moderate temperatures. **Arabian Journal for Science and Engineering**, p. 1-23, 2021.
- BORNAL, Diego Rodrigues et al. Brazilian position in the international fresh fruit trade network. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, p. e-021, 2021.
- COELHO, Eduardo et al. Production of a distilled spirit using cassava flour as raw material: Chemical characterization and sensory profile. **Molecules**, v. 25, n. 14, p. 3228, 2020.
- COERTJENS, Nicole Carneiro et al. Evaluation of stress factors in the metabolism of Pedra-2 yeast. **Scientific Electronic Archives**, v. 16, n. 3, 2023.
- COMELLI, Raul N.; SELUY, Lisandro G.; ISLA, Miguel A. Optimization of a low-cost defined medium for alcoholic fermentation—a case study for potential application in bioethanol production from industrial wastewaters. **New Biotechnology**, v. 33, n. 1, p. 107-115, 2016.
- CONTRERAS, A. et al. The application of non-Saccharomyces yeast in fermentations with limited aeration as a strategy for the production of wine with reduced alcohol content. **International Journal of Food Microbiology**, v. 205, p. 7-15, 2015.
- DA SILVA, Naiane dos Santos et al. Florescimento do mamoeiro como subsídio para o melhoramento genético da cultura—revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, p. e174111436642-e174111436642, 2022.

DING, Zheli et al. Agro waste as a potential carbon feedstock for poly-3-hydroxy alkanates production: Commercialization potential and technical hurdles. **Bioresource Technology**, p. 128058, 2022.

GARCÍA-VILLEGAS, Abigail et al. Cosmeceutical potential of major tropical and subtropical fruit by-products for a sustainable revalorization. **Antioxidants**, v. 11, n. 2, p. 203, 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal– PAM. Sistema IBGE de Recuperação Automática de dados –SIDRA IBGE-PAM, 1974 a 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 9 de janeiro de 2024.

IÑIGUEZ-MORENO, Maricarmen et al. Harnessing emerging technologies to obtain biopolymer from agro-waste: application into the food industry. **Biomass Conversion and Biorefinery**, p. 1-18, 2023.

LUCENA, Cícero Cartaxo et al. Aspectos socioeconômicos. Capítulo 1. p. 10-40. In: OLIVEIRA, A.M.G.; MEISSNER FILHO, P.E. (eds.). A Cultura do Mamoeiro. Editora: Embrapa, Brasília, DF, 2021.

MANGWANDA, Tinashe et al. Processes, challenges and optimisation of rum production from molasses—a contemporary review. **Fermentation**, v. 7, n. 1, p. 21, 2021.

MISHRA, Ritesh et al. Diversity analysis of begomoviruses infecting papaya and its mechanisms of resistance. In: Plant Virus-Host Interaction. **Academic Press**, 2021. p. 507-524.

MUSTAFA, Ghulam et al. Biotechnological applications of sugarcane bagasse and sugar beet molasses. **Biomass Conversion and Biorefinery**, p. 1-13, 2020.

NUNES, Emanuel Márcio; SILVA, Paulo Sidney Gomes. Reforma agrária, regimes alimentares e desenvolvimento rural: evidências a partir dos territórios rurais do Rio Grande do Norte. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 61, p. e232668, 2022.

OGATA, Tatsushi et al. Current status of tropical fruit breeding and genetics for three tropical fruit species cultivated in Japan: pineapple, mango, and papaya. **Breeding Science**, v. 66, n. 1, p. 69-81, 2016.

OLIVEIRA, Igor Martins; PEREIRA, Luiz Andrei Gonçalves. Redes de comércio internacional e logística de exportação de frutas no Brasil. **Geografia em Questão**, v. 12, n. 2, 2019.

PATHAK, Pranav D.; MANDAVGANE, Sachin A.; KULKARNI, Bhaskar D. Waste to wealth: a case study of papaya peel. **Waste and Biomass Valorization**, v. 10, p. 1755-1766, 2019.

RATHER, Jahangir A. et al. Fruit Peel Valorization, Phytochemical Profile, Biological Activity, and Applications in Food and Packaging Industries: Comprehensive Review. **Current Food Science and Technology Reports**, p. 1-17, 2023.

ROBAK, Katarzyna; BALCEREK, Maria. Review of second generation bioethanol production from residual biomass. **Food Technology and Biotechnology**, v. 56, n. 2, p. 174, 2018.

SALINAS, Irene et al. Plant Growth, Yield, and Fruit Size Improvements in 'Alicia' Papaya Multiplied by Grafting. **Plants**, v. 12, n. 5, p. 1189, 2023.

SERAFINI, Suélen et al. Aspectos e peculiaridades da produção comercial de mamão (*Carica papaya* Linnaeus) no Brasil: estratégias para o futuro da cultura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e544101220551-e544101220551, 2021.

SHAHRAKI, Hesam Salimi; AHMAD, Anees; BUSHRA, Rani. Green carbon dots with multifaceted applications—Waste to wealth strategy. **FlatChem**, v. 31, p. 100310, 2022.

SOUZA, Helson Gomes de et al. Análise da projeção espacial da fruticultura no Nordeste brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, v.49, n.4, p.121-141, 2018.

TOME, Alessandra Cristina; AUGUSTINHA, Bianca Ferreira. Teor de Vitamina C em Farinha da Casca, Polpa e Semente de Mamão (*Carica papaya*) Submetidas a Diferentes Temperaturas de Secagem. **Uniciências**, v. 22, n. 3Esp, p. 43-46, 2018.

WEBER, Caroline Trevisan et al. Alternative process for production of sweet potato distilled beverage. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 63, p. e20190181, 2020.