



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

XI Seminário de Extensão e Inovação
XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica
08 a 12 de Novembro - Guarapuava/PR



Vinagre de casca de abacaxi enriquecido com extrato de folhas de Jambo (*Syzygium malaccense*): produção e caracterização

*Pineapple peel vinegar enriched with Jambo (*Syzygium malaccense*) leaf extract: production and characterization*

Eduardo da S. P. Ronning (orientado)*, Fernanda A. B. Bertan‡, Mário A. A. Cunha (orientador)†

RESUMO

Um dos problemas atuais no mundo é a geração de grandes volumes de resíduos em diferentes indústrias alimentícias, os quais causam impacto negativo no ambiente. O abacaxi é uma fruta cultivada e consumida em vários países, sendo que 38% da sua massa é composta pelas cascas. Essas cascas possuem vários recursos de interesse em sua composição, como os açúcares, o que permite sua utilização como matéria prima para a produção de fermentados alcoólicos e vinagres. Neste estudo foram produzidos vinagres a partir da polpa e das cascas de abacaxi, os quais foram enriquecidos com extrato de folhas de jambo-vermelho (*Syzygium malaccense* L.O). Os vinagres foram caracterizados quanto aos parâmetros pH, conteúdo de ácido acético, densidade, resíduo mineral, extrato seco total e extrato seco reduzido. Análise inicial do potencial antimicrobiano foi realizada através do teste de disco-difusão contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Os resultados obtidos indicaram a viabilidade técnica do uso das cascas de abacaxi como matéria-prima, demonstrando a possibilidade de uso integral da fruta, o que poderia contribuir para o fortalecimento da cadeia produtiva. Tanto vinagre de polpa como o obtido das cascas da fruta, adicionados ou não de extrato apresentaram parâmetros de qualidade condizentes com a legislação brasileira.

Palavras-chave: Acetificação, Bioativos, Fermentação.

ABSTRACT

One of the current problems in the world is the generation of large volumes of waste in different food industries, which have a negative impact on the environment. Pineapple is a fruit cultivated and consumed in several countries, and 38% of its mass is made up of peel. These peels have several resources of interest in their composition, such as sugars, which allows their use as raw material for the production of alcoholic fermented products and vinegars. In this study, vinegars were produced from pineapple pulp and peel, which were enriched with extract of red-jambo leaves (*Syzygium malaccense* L.O). The vinegars were characterized in terms of pH, acetic acid content, density, mineral residue, total dry extract and reduced dry extract. Initial analysis of the antimicrobial potential was performed through the disk-diffusion test against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. The results obtained indicated the technical feasibility of using pineapple peels as a raw material, and the possibility of using the fruit in its entirety, which could contribute to strengthening the production chain. Both the pulp vinegar and the one obtained from the peel of the fruit, with or without addition of extract, presented quality parameters consistent with Brazilian legislation.

Keywords: Acetification, Bioactives, Fermentation.

* Química industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil; Eduardo.1998@alunos.utfpr.edu.br

‡ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil; bertanfernanda@gmail.com

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco; mcunha@utfpr.edu.br



1 INTRODUÇÃO

As frutas cítricas constituem o grupo das frutas que mais atraem a indústria vinagreira devido sua popularidade e seus valores nutricionais. Além do sabor agradável são ricas em fitoquímicos (flavonoides, cumarinas e limonóides). O abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) tem sido utilizado na produção de vinagre, sendo o Brasil responsável pela produção anual de cerca de 40 milhões de toneladas da fruta (LIMA et al, 2017).

Um dos problemas atuais vivenciados no mundo é a produção de resíduos em diferentes indústrias alimentícias, os quais causam um impacto negativo ao ambiente. Os abacaxis são produzidos e utilizados em vários países, sendo que 38% da sua massa é composta pelas cascas, as quais são pouco utilizadas em matrizes industriais (LIMA et al, 2017). Essas cascas possuem vários recursos de interesse em sua composição, como açúcares, particularmente sacarose, glicose e frutose e outros constituintes, incluindo minerais e vitaminas. Estes resíduos poderiam se tornar matéria prima para a produção de vinagres?

O processo de produção de vinagre envolve a fermentação alcoólica, onde são empregadas leveduras do gênero *Saccharomyces*, seguida da oxidação acética conduzida por ação bactérias ácido-acéticas dos gêneros *Acetobacter* e *Gluconobacter* (HO et al., 2017). O vinagre deve apresentar um conteúdo mínimo de ácido acético de 4 g 100 mL⁻¹ e graduação alcoólica máxima de 1% (v/v) pasteurizado segundo legislação (BRASIL, 2012). O produto pode ser obtido a partir de frutas, vegetais, cereais, mel, álcool ou da mistura de tais matérias primas (BEKATOROU et al, 2020).

Uma estratégia emergente é o enriquecimento do conteúdo de compostos funcionais nos vinagres, o que pode ser feito pela adição de extratos vegetais ricos em compostos bioativos. Neste sentido, o extrato de folhas de jambo-vermelho (*Syzygium malaccense* L.O) poderia ser utilizado como ingrediente no enriquecimento da qualidade de vinagres. O presente trabalho tem como objetivo buscar o aproveitamento tecnológico da casca de abacaxi para a produção de vinagre enriquecido com extrato vegetal. Com esta finalidade foram produzidos vinhos e vinagres de polpa e de casca de abacaxi, os quais foram incrementados com extrato de folhas de jambo e caracterizados quanto aos parâmetros de qualidade e potencial contra patógenos microbianos.

2 MÉTODO

Os abacaxis foram obtidos no comércio local da cidade de Pato Branco (Paraná). Polpa e cascas foram separadas e utilizadas como matérias primas. As cascas foram trituradas em uma proporção 1:3 (m/v) entre cascas e água potável. A polpa foi triturada em liquidificador doméstico.

Os caldos obtidos foram submetidos a correção do pH (4,0) para a hidrólise enzimática, sendo utilizado o complexo enzimático Pectinex SP-L, 2700 PG (1 mL/kg casca ou polpa, 30 °C, 150 rpm por 1 h). Após a hidrólise, o caldo foi aquecido a 90 °C por 5 minutos para inativação enzimática e resfriado em banho de gelo. O teor de sólidos solúveis foi ajustado para 18 °Brix, pela adição de açúcar comercial (sacarose). Em seguida o mosto foi pasteurizado à 65 °C por 30 minutos, resfriado em banho de gelo até atingir temperatura ambiente e então suplementado com ativador de crescimento de leveduras (ENOVIT®). A fermentação foi conduzida em balde fermentador com airlock à 28°C, usando cepa comercial de *Saccharomyces cerevisiae* f.r. bayanus (Fermol, Perlage, AEB Biochemistry Latin American SA) como descrito por Cunha et al. (2016). Ao longo da fermentação alcoólica foram analisados o conteúdo de açúcares redutores (método DNS), teor de sólidos solúveis (°Brix) e etanol (CLAE). A fermentação acética foi conduzida pelo sistema lento (processo Orleans) em vinagreira de madeira grápia. Como inóculo foi utilizado um volume de 10% (v/v) de suspensão celular de

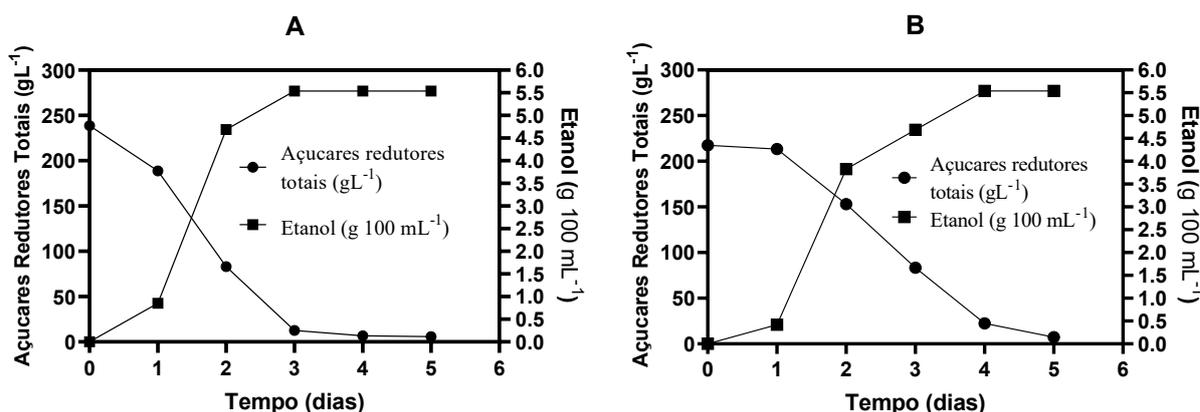
bactérias ácido-acéticas isoladas de vinagre forte (não pasteurizado) como descrito por Fonseca et al. (2018). A acetificação foi acompanhada pela avaliação de pH (pHmetro digital) e acidez total (titulometria de neutralização). O produto final foi separado das células por centrifugação (1500 x g, 30 min a 4°C) e enriquecido com extrato liofilizado de Jambo-vermelho na proporção de 500 mgL⁻¹ e acondicionado em garrafas de vidro de 250 mL, sendo submetido à pasteurização lenta em Banho Maria à 62 °C por 30 min.

Os vinagres obtidos foram analisados quanto ao pH, acidez total (titulometria), extrato seco total e extrato seco reduzido, densidade e resíduo mineral (incineração a 550 °C) seguindo protocolos descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). O potencial antimicrobiano foi avaliado através do método de difusão em disco de acordo com Clinical and Laboratory Standards Institute.

3 RESULTADOS

Os valores de açúcares redutores totais e álcool ao longo da fermentação alcoólica estão demonstrados na Figura 1.

Figura 1 – Teores de açúcares redutores totais e álcool no fermentado alcoólico de polpa de abacaxi (A) no fermentado alcoólico de casca de abacaxi (B)



Fonte: Autoria própria (2021).

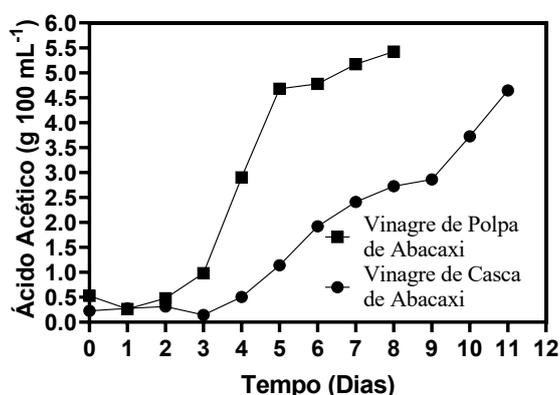
Os resultados descritos na Figura 1 mostram que a levedura empregada na fermentação alcoólica foi bastante eficiente no consumo dos açúcares ao longo do processo. Os açúcares foram quase totalmente consumidos tanto no mosto formulado com a polpa (97,2%) como a base de cascas após 120 h (5 dias) de cultivo. As curvas de consumo de ART mostram que o inóculo empregado estava bastante ativo, havendo rápido consumo nas primeiras 24 horas de cultivo no mosto a base de polpa (20,9%). Por outro lado, no cultivo em meio a base de cascas nas primeiras 24 horas o consumo foi relativamente negligente (1,84%). Este fenômeno possivelmente está associado a composição mais complexa do meio à base de cascas o que exigiu certa adaptação celular no começo do processo. O perfil de produção de etanol foi similar em ambos os mostos, havendo efetivo acúmulo de etanol no final do processo (5,54 g 100 mL⁻¹, correspondendo a 7,02 v/v) com rendimentos ($Y_{P/S}$) de 0,23 g g⁻¹ (polpa) e 0,26 g g⁻¹ (cascas) e eficiências (η) de 45% e 50%.

A fermentação alcoólica poderia ter sido interrompida após 72 h (3 dias) no mosto a base de polpa, visto que neste momento 94,7% dos açúcares já haviam sido consumidos e neste momento rendimento em etanol ($Y_{P/S}$) era 0,24 g g⁻¹ e a eficiência da fermentação 47%. Valores similares do teor de etanol (5,90 g 100mL⁻¹)

foram reportados por Parente et al. (2014) em mosto formulado com polpa de Abacaxi Pérola (*Ananas comosus* L. Merrill).

Após o processo da fermentação alcoólica, foi iniciada a oxidação acética. Os valores de acidez ao longo da oxidação acética estão demonstrados na Figura 2. No vinagre de polpa de abacaxi os valores acidez variaram de 0,53 a 5,42 g 100mL⁻¹. Já no vinagre de cascas foi verificada uma variação de 0,23 para 4,64 g 100mL⁻¹ ao fim da acetificação.

Figura 2 – Valores de acidez total de vinagre de polpa de abacaxi e vinagre de casca de abacaxi ao longo do processo de acetificação



Fonte: Autoria própria (2021).

Os resultados encontrados estão em concordância com a Instrução Normativa Nº 6, de 3 de abril de 2012 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2012). Esta Instrução Normativa preconiza que vinagres obtidos de frutas devem conter acidez titulável de no mínimo 4,00 g 100mL⁻¹.

A Tabela 1 apresenta os parâmetros físico-químicos avaliados nos fermentados acéticos produzidos com casca e polpa de abacaxi, bem como nos vinagres acrescidos do extrato vegetal.

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos dos vinagres produzidos

Parâmetros	Vinagre de Polpa	Vinagre de Cascas	Vinagre de Polpa Acrescido com Extrato	Vinagre de Cascas Acrescido com Extrato
Densidade (g mL ⁻¹)	1,024	1,026	1,066	1,011
Resíduo Mineral Fixo (g L ⁻¹)	4,06	2,40	3,95	2,52
Extrato Seco Total (g L ⁻¹)	30,74	10,93	31,04	11,47
Extrato Seco Reduzido (g L ⁻¹)	24,88	6,22	25,13	6,71

Fonte: Autoria própria (2021).

Os valores de densidade relativa dos vinagres de polpa (1,024 g mL⁻¹), casca (1,026 g mL⁻¹), e enriquecidos com o extrato vegetal (vinagre de polpa: 1,066 g mL⁻¹, vinagre de casca: 1,011 g mL⁻¹) foram similares aos encontrados por Rodrigues et al (2019) em vinagre de casca de maçã (1,0108 g mL⁻¹).

A legislação vigente para vinagre de frutas, estabelece que tais produtos devem conter no mínimo 1 g L⁻¹ e no máximo 5 g L⁻¹ de resíduo mineral. Os valores identificados em todas as amostras estão em concordância



com a legislação. O conteúdo de resíduo mineral comumente varia bastante entre os diferentes tipos de vinagre em função das características das matérias primas empregadas na produção. Kiliç et al (2021) observaram em seus estudos com vinagre de figo valores de resíduo mineral entre 2,5 g L⁻¹ e 11,5 g L⁻¹.

Em relação ao extrato seco reduzido, a legislação brasileira impõe limites mínimos de 6 g L⁻¹, porém não impõe limites máximos. No parâmetro em questão foram verificados valores de 24,88 g L⁻¹ no vinagre da polpa e 25,13 g L⁻¹ no vinagre de polpa enriquecido com extrato. Nos vinagres de casca de abacaxi foram observados valores inferiores de extrato seco reduzido (6,224 g L⁻¹ e 6,706 g L⁻¹, respectivamente).

Diversas pesquisas demonstram que os vinagres de diferentes origens atuam como agentes antimicrobianos eficazes contra diferentes patógenos de origem alimentar (KILIÇ et al., 2021). Este estudo fez uma avaliação inicial do potencial antimicrobiano dos vinagres produzidos empregando as bactérias *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (bactéria Gram – positiva) e *Escherichia coli* ATCC 25922 (bactéria Gram – negativa) como modelos.

Tabela 2 – Potencial antimicrobiano dos vinagres (zona de inibição mm).

Microrganismos testados	Vinagre de Álcool comercial	Vinagre de Polpa de Abacaxi	Vinagre de Casca de Abacaxi	Vinagre de Polpa Acrescido com Extrato	Vinagre de Casca Acrescido com Extrato
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	17,67 mm ± 0,155	14,67 mm ± 0,089	7,33 mm ± 0,177	23,03 mm ± 0,266	13,01 mm ± 0,133
<i>E. coli</i> ATCC 25922	13,67 mm ± 0,178	14,02 mm ± 0,067	8,33 mm ± 0,088	17,67 mm ± 0,311	15,67 mm ± 0,288

Nota: Dados apresentados como média ± desvio padrão (n = 3).

Fonte: Autoria própria (2021).

Todos os vinagres avaliados promoveram halo de inibição contra ambas as bactérias. O vinagre de polpa demonstrou maior potencial de inibição (14,67 e 14,02 mm) comparado ao de cascas (7,33 e 8,33 mm). A adição do extrato de jambo-vermelho potencializou a atividade antimicrobiana em ambos os vinagres. Maior potencial de inibição foi verificado no vinagre de polpa acrescido de extrato (23,03 mm) contra *S. aureus*. A presença de diferentes compostos fenólicos no extrato de jambo-vermelho possivelmente é responsável por esta potencialização de atividade antimicrobiana, visto que relações entre os compostos fenólicos e propriedades antimicrobianas tem sido descritas na literatura (SAVI et al. 2020).

Bakir et al., (2017) reportaram atividade antimicrobiana de vinagres de mirtilo, de rosa mosqueta e de espinheiro (*Hawthorn vinegar*) contra *S. aureus*, *E. coli* e *Salmonella Typhimurium*, com halos de 9, 10 e 10 mm, respectivamente. Os resultados obtidos e o confronto com os dados de literatura, sugerem que a matéria prima empregada na produção de vinagre tem grande influência sobre a capacidade antimicrobiana do produto. Não é apenas a presença do ácido acético, um ácido orgânico com atividade antimicrobiana reconhecida que é responsável pela atividade antimicrobiana, mas a presença de outros compostos oriundos da matéria prima ou gerados ao longo do processo de fabricação.

4 CONCLUSÃO

Os vinagres obtidos da polpa e das cascas de abacaxi apresentaram qualidade satisfatória de acordo com a legislação brasileira vigente, indicando o sucesso no método empregado (Orleans) e a viabilidade de produção



de vinho e vinagre de casca de abacaxi, uma alternativa para o melhor aproveitamento industrial da fruta e agregação de valor a cadeia produtiva. A inclusão de extrato de Jambo-vermelho nos vinagres demonstrou potencializar a atividade antimicrobiana dos vinagres.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação Araucária e da UTFPR.

REFERÊNCIAS

- BEKATOROU ARGYRO. **Advances in vinegar production**. CRC press, 2020.
- BRASIL. **Instrução Normativa n. 6, de 3 de abril de 2012**. Estabelece os padrões de identidade e qualidade e a classificação dos fermentados acéticos. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 04 de abril de 2012, Seção 1, p. 16.
- CUNHA, M. A. A. DA; LIMA, K. P. DE; SANTOS, V. A. Q.; HEINZ, O. L.; SCHMIDT, C. A. P. **Blackberry vinegar produced by successive acetification cycles: production, characterization and bioactivity parameters**. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 59, p. 1–10, 2016.
- FONSECA, M. S.; SANTOS, V. A. Q.; CALEGARI, G. C.; DEKKER, R. F. H.; BARBOSA-DEKKER, A. M.; CUNHA, M. A. A. **Blueberry and honey vinegar: successive batch production, antioxidant potential and antimicrobial ability e habilidade antimicrobiana**. Brazilian Journal of Food Technology. v. 21, 2018.
- HO, C. W.; Lazim, A. M.; Fazry, S; Zaki, U. K. H. H.; Lim, S. J. **Varieties, production, composition and health benefits of vinegars: A review**. Food Chem, v. 221, p. 1621-1630, 2017.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 1a Edição Digital. **Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos**, 2008.
- KILIÇ, G.; ŞENGÜN, İ. Y. **Fig Vinegar as an Antioxidant and Antimicrobial Agent**. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, v. 9, n. 4, p. 822–828, 2021.
- LIMA, P. C. C.; SOUZA, B. S.; OLIVEIRA, A. T. S. D. C. **Aproveitamento agroindustrial de resíduos provenientes do abacaxi pérola minimamente processado**. holos, v. 02, p. 122–136, 2017.
- PARENTE, G. D. L.; ALMEIDA, M. M. DE; SILVA, J. L. DA; SILVA, C. G. DA; ALVES, M. F. **Cinética da produção do fermentado alcoólico de abacaxi ‘pérola’ e caracterização da bebida**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 9, n. 2, p. 230–247, 2014.
- BAKIR, S.; DEVECIOGLU, D.; KAYACAN, S.; TOYDEMIR, G. **Investigating the antioxidant and antimicrobial activities of different vinegars**. European Food Research and Technology, v. 243, n. 12, p. 2083–2094, 2017.
- SAVI, A.; CALEGARI, M. A.; CALEGARI, G. C.; SANTOS, V. A. Q.; WERMUTH, D.; CUNHA, M. A. A. DA; OLDONI, T. L. C. **Bioactive compounds from Syzygium malaccense leaves: optimization of the extraction process, biological and chemical characterization**. Acta Scientiarum. Technology, v. 42, n. 1, p. e46773, 28 Feb. 2020.