

Adding value to pineapple waste: Characterization and evaluation of potential for bacteria and yeast culture medium

Adição de valor ao resíduo de abacaxi: Caracterização e avaliação do potencial para meio de cultura de bactérias e leveduras

Received: 2023-07-16 | Accepted: 2023-08-18 | Published: 2023-08-21

Rosimeire Oenning da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3071-3074>

Universidade do Estado de Mato Grosso Brasil

E-mail: rosimeireoenning@unemat.br

Carolina Noma

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4295-908x>

Universidade do Estado de Mato Grosso Brasil

E-mail: noma.carolina@unemat.br

Sara Emilly Benitez dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4017-0314>

Universidade do Estado de Mato Grosso Brasil

E-mail: saahbenitez03@gmail.com

Jaqueline Roldão Bellini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5179-1477>

Universidade do Estado de Mato Grosso Brasil

E-mail: jaqueline.bellini@unemat.br

Vivian Cristina da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7343-6042>

Universidade do Estado de Mato Grosso Brasil

E-mail: viviancristina680@gmail.com

Camila Vitória Santos da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1982-4124>

Universidade do Estado de Mato Grosso Brasil

E-mail: Camila.vitoria@unemat.br

Fabricio Barros Brum

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3764-194X>

Universidade do Estado de Mato Grosso Brasil

E-mail: fabricio_b_brum@yahoo.com.br

ABSTRACT

In the use of fresh pineapple, whether in consumption or in the production of other foods, there is a release of 77.5% of waste from the total fruit consumed, generating tons of waste that, when not disposed of correctly, are potential sources of contamination. These residues could become by-products with high added value. One of these by-products could be a culture medium to be used in microbiology classes. In this way, the objective of this work was the production and characterization of flours from the pearl pineapple peel with subsequent evaluation of the efficiency of these flours as a culture medium in the growth of bacteria and yeasts. For this, the pineapple peels were sanitized, dried, transformed into flour and properly packaged and labeled. Physical-chemical analyzes were performed with these flours and culture media were prepared. With the microorganisms, a serial dilution was prepared and inoculated in plates with ACA culture medium – pineapple peel agar and in standard culture medium for comparison of the results. It was found that all yeasts grew abundantly on the ACA medium and only 30% of the bacteria were able to grow on this medium.

Keywords: Fruit residue; Culture medium; microorganisms.

RESUMO

Na utilização do abacaxi in natura, seja no consumo ou na produção de outros alimentos, há uma liberação de 77,5% de resíduos do total da fruta consumida, gerando toneladas de resíduos que quando não são descartados corretamente, são potenciais fontes de contaminação. Esses resíduos poderiam se tornar subprodutos de alto valor agregado. Um desses subprodutos poderia ser meio de cultura para serem utilizados em aulas de microbiologia. Desta forma o objetivo deste trabalho foi a produção e caracterização de farinhas a partir da casca de abacaxi pérola com posterior avaliação da eficiência destas farinhas como meio de cultura no crescimento de bactérias e leveduras. Para isso, as cascas de abacaxi foram higienizadas, secas, transformadas em farinhas e devidamente acondicionadas e rotuladas. Com essas farinhas foram feitos análises físico-químicas e preparados meios de cultura. Com os microrganismos foram preparados uma diluição seriada que foram inoculadas em placas com meio de cultura ACA – ágar casca de abacaxi e em meio de cultura padrão para comparação dos resultados. Verificou-se que todas as leveduras cresceram abundantemente no meio ACA e apenas 30% das bactérias foram capazes de crescer neste meio.

Palavras-chave: Resíduo de fruta; Meio de cultura; Microrganismos.

INTRODUÇÃO

O abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merr.) é uma planta perene pertencente à família Bromeliaceae que apresenta, aproximadamente, 2.700 espécies, herbáceas, epífitas ou terrestres, distribuídas em 56 gêneros (ARAMPATHA; DEKKERA, 2019). Todas as cultivares de abacaxi de interesse frutícola pertencem à espécie *Ananas comosus* (L.) Merrill, que apresenta a classificação taxonômica: reino Plantae; divisão Magnoliophyta; classe: Lilipsida; ordem: Poales; família: Bromeliaceae e gênero: *Ananas* (SOUZA *et al.*, 2017). Teve sua origem provavelmente na América do Sul e foi disseminado em regiões da América Central e do Caribe antes da chegada dos europeus. Espécie de fácil dispersão e cultivo, a fruta foi espalhada na Europa, África e Ásia pelos colonizadores (UNB, 2016).

Nas Américas, o aumento da produção de abacaxi foi em média de 12,57% no período entre 2012 e 2017. Deve-se destacar a evolução produtiva da fruta na Costa Rica (15,60%), que se colocou como o principal produtor de abacaxi no mundo em 2017, com mais de 3,0 milhões de toneladas da fruta. A Costa Rica e o Brasil, dois maiores produtores no mundo, representam 11,0% e 9,89%, respectivamente, da produção mundial (CONAB, 2020).

No Brasil, estudos de distribuição do gênero *Ananas* indicam que o seu centro de origem é a região da Amazônia. O abacaxi é produzido praticamente em todo território nacional. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), no período entre 2012 a 2018 a produção de abacaxi atingiu cerca de 11,9 bilhões de frutos. O resultado anual demonstra média de 1,7 bilhões de frutos, exceto em 2017.

O fruto é utilizado para consumo in natura e como sucos, doces, geleias, compotas e polpas, entre outros. Além disso também possui outras diversas aplicações, pois o fruto e seus derivados (cascas, caules, aparas, folhas e coroas) contêm várias biomoléculas de interesse comercial caracterizando o uso múltiplo e diversificado dessa espécie (CAMPOS *et al.*, 2020).

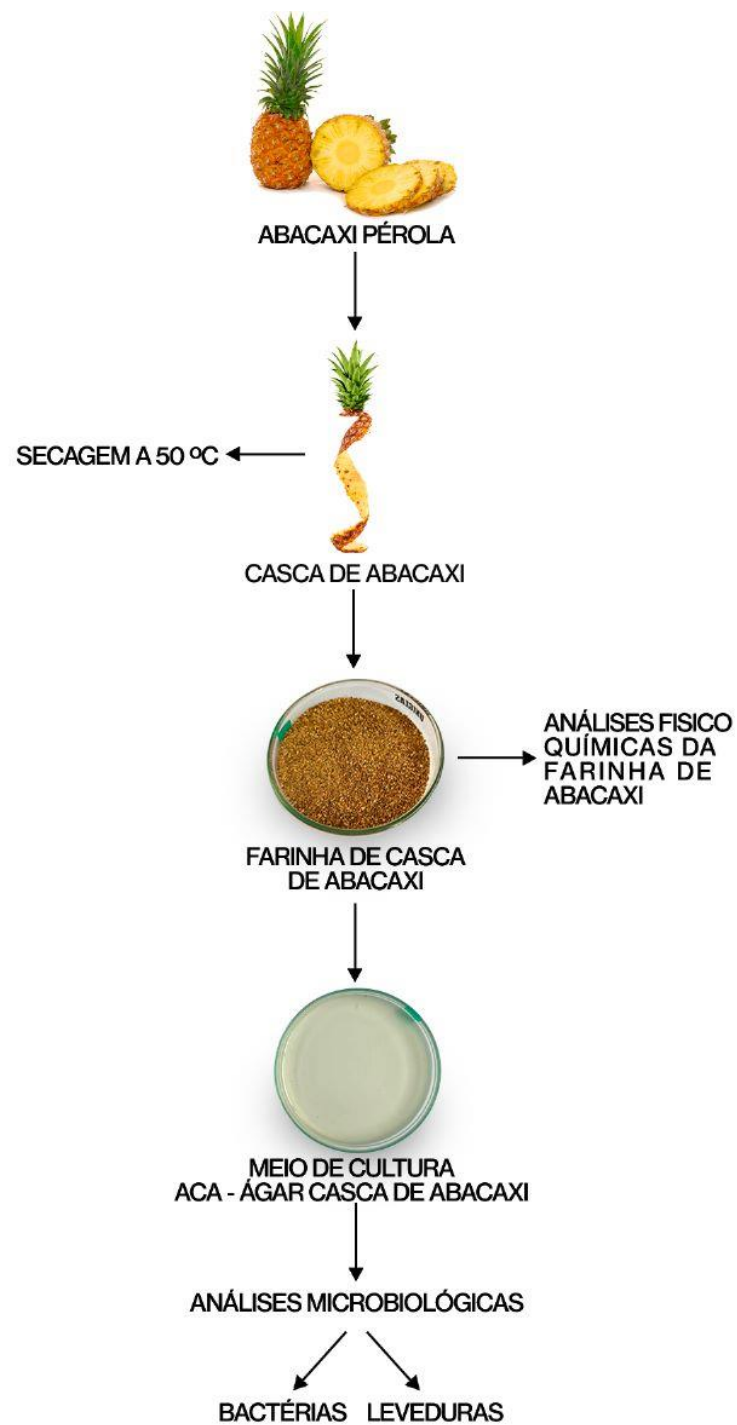
No Brasil as variedades cultivadas e comercializadas são a Smooth Cayenne e Pérola, sendo a variedade Pérola a mais cultivada nacionalmente (FÉLIX JUNIOR, 2022)

Geralmente, o abacaxi é consumido in natura, além de ser matéria-prima na produção de alimentos. Entretanto, apenas 22,5% da fruta é consumida, os outros 77,5% são resíduos que consistem em caule, casca, coroa e folhas (NISHIMURA, 2018). Essa grande quantidade restante gera toneladas de subprodutos, que quando não são descartados corretamente são potenciais fontes de contaminação (GHINEA; LEAHU, 2020). Desta forma, em um contexto de economia circular é importante o desenvolvimento de produtos que auxiliem na redução de resíduos. A literatura apresenta um amplo número de estudos de potenciais de aplicação da casca e folhas do abacaxi, como em tecidos (MA *et al.*, 2016), cosméticos (ULLAH; SANTOS; KHAN, 2016), papel (SIBALY; JEETAH, 2017), plásticos biodegradáveis (JIRAPORNVAREE; SUPPADIT; POPAN, 2017), cobertura de solo (SARAH *et al.*, 2018) e na produção de biocombustíveis (SILVA *et al.*, 2020, CHEN *et al.*, 2020).

Um outra opção, para utilização das cascas do abacaxi seria a produção de farinhas para utilização de meio de culturas para crescimento microbiológico em aulas práticas e pesquisas em laboratório de microbiologia de universidades e escolas, tendo em vista o alto custo de meios de cultura padrão. Desta forma o objetivo deste trabalho foi a produção e caracterização de farinhas a partir da casca de abacaxi pérola com posterior avaliação da eficiência destas farinhas como meio de cultura no crescimento de bactérias e leveduras.

MATERIAIS E MÉTODOS

Figura 1 - Fluxograma das atividades desenvolvidas neste trabalho.



Fonte: autoria própria

COLETA DE RESÍDUOS E ELABORAÇÃO DAS FARINHAS

Os resíduos utilizados neste trabalho foram cascas de abacaxi pérola. A coleta foi realizada diariamente em restaurantes e marmitarias próximos da UNEMAT (Universidade do Estado de Mato Grosso) sendo higienizados e colocados na estufa com temperatura de 50 °C mantidos por 14 dias. Após secagem, foram colocados em um moinho de martelo (SP Labor - SP-33) para transformar o resíduo em farinha e armazenados em frascos limpos devidamente fechados e rotulados para análises posteriores.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA

A determinação de umidade foi feita através de estufa controlada a temperatura de 105 °C até peso constante e seu resultado expresso em porcentagem (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2005). Análises de cinzas ocorreu por meio da calcinação em mufla a 550 °C (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2005). A realização da análise de extração de lipídios foi feita através do método de Soxhlet, um processo de extração de lipídios a partir de alimentos. Este método consiste na extração de óleo com solventes, constituintes solúveis (o óleo) de um material inerte (a matriz graxa) para um solvente com o qual a matriz se acha em contato (SOXHLET, 1879). Para a análise e obtenção da proteína, conteúdo proteico foi quantificado pelo método Kjeldahl modificado conforme método analítico descrito pela AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2010). Os resultados foram expressos em %. Fibra alimentar solúvel e insolúvel foi determinadas por método enzimático (AOAC 2011) e carboidratos avaliados por meio de cálculo teórico (por diferença) nos resultados das triplicatas, conforme a fórmula: % Carboidratos = 100 – (% umidade + % proteína + % lipídios + % cinzas + % fibra alimentar total);

ELABORAÇÃO DOS MEIOS DE CULTURA

Após a pesagem das farinhas, diluição em água destiladas e adição de ágar bacteriológico seguiu-se a correção do pH do meio conforme exigências do microrganismo a ser avaliado. pH entre 6,5 e 7,5 para as bactérias e 4,5 e 6,5 para as leveduras. Após isso, foi filtrado e aquecido na autoclave para dissolver totalmente o ágar na solução e esterilizado em autoclave a 121 °C por 20 minutos. Depois de vertido em placas de Petri previamente esterilizadas e solidificado foi levado à estufa por 24 horas para conferir a pureza das culturas nas placas e armazenado na geladeira até o momento da utilização. A constituição do meio de cultura ficou previamente estabelecida em 7% de farinha de casca de abacaxi e 2% de ágar, após diluído em água destilada e filtrados ficam com um teor de sólidos solúveis de 3,0 °Brix e com um pH de 4,0 necessitando de correção quando o cultivo for de bactérias.

PLAQUEAMENTO DE MICRORGANISMOS EM MEIO ALTERNATIVO – TESTE QUALITATIVO

As bactérias utilizadas no teste foram *S. aureus*, *S. epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *L. monocytogenes*, *Bacillus clausii*, *Bacillus cereus*, *E. coli*, *Acetobacter aceti*, *Shigella sonnei*, *Enterobacter sp.* e as leveduras foram *Saccharomyces cerevisiae*, *S. boulardii*, *S. bayanus*, *Candida tropicalis* e *Candida albicans*. Foi utilizado culturas novas crescidas em placas de petri nas últimas 48 horas. Com o auxílio de uma alça de inóculo procedeu-se a transferência de cada cepa para os meios alternativos ACA (ágar casca de Abacaxi) por meio de estrias. As placas com bactérias foram colocadas em estufas bacteriológicas em temperatura de 35 °C, com exceção de *Bacillus cereus* que ficou na mesma temperatura das leveduras que foi de 30 °C por período de 24 h. Após isso foi observado se havia ou não crescimento e a intensidade.

PLAQUEAMENTO DE MICRORGANISMOS EM MEIO ALTERNATIVO – TESTE QUANTITATIVO

Para a execução foram preparados uma solução com cada microrganismo em água destilada até a turvação da escala 0,5 de Macfarland. A partir dessa solução foi feita uma diluição em série até a 10⁻⁵ e inoculado 100 µl duplicatas de placas com meio alternativo (ACA – Agar Casca de Abacaxi) e duplicatas de meio padrão (PCA – Plate Count Agar). Fez-se o espalhamento e levou-se para incubar nas temperaturas ideais de cada microrganismos. Após período de incubação, foi feito a contagem e os resultados expressos em UFC mL⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As farinhas foram preparadas conforme descrito na metodologia e devidamente acondicionadas, rotuladas e analisadas quanto a composição centesimal.

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises físico-químicas encontrados nesta pesquisa e também os encontrados por outros autores.

Como pode ser observado na Tabela 1, nas pesquisas de outros autores, de análises físico-químicas com a farinha de casca de abacaxi, foram encontrados variações nas porcentagens de 5,6 a 10,1 para umidade de 3,7 a 5,6 para cinzas, de 0,6 a 3,2 para lipídeos, de 4,0 a 6,9 para proteínas de 29,3 a 68 para carboidratos e de 46,6 a 58,3 para fibras. Comparando os resultados encontrados nesta pesquisa (Tabela 1) com os resultados dos outros autores verifica-se que os resultados encontrados de cinza e proteínas estão de acordo com os encontrados por Oliveira (2020) e Lopez-Nunes (2017), e diferente dos encontrados pelos demais autores. A concentração de lipídeos encontrada está coerente com valores encontrados por Lopez Nunes (2017), porém, bem superior aos encontrados por Fortes *et al.*, (2020) e Oliveira (2020). Vários fatores podem

influenciar nas diferenças encontradas, entre eles estão a maturação do fruto, região plantada e a metodologia utilizada na análise.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA

Tabela 1 - Composição centesimal das farinhas obtidas e comparação com outros autores

Análises (%)	Esta pesquisa	Fortes <i>et al.</i> , (2020)	Oliveira, 2020	Lopez-Nunes, 2017
Umidade	14,10±0,66	5,67±0,16	9,31 ± 0,57	7,24±0,14
Cinzas	3,73±0,32		5,51 ± 0,75	5,64±0,10
Lipídeos	3,25± 0,33	0,67±0,22	0,65 ± 1,84	2,75±0,04
Proteína	6,97±0,35		4,42 ± 0,48	4,06±0,04
Carboidratos	25,35±0,35		68,69± 0,21	
Fibras totais	46,6± 0.17	50,31±0,06		58,3±0,18
pH	4.0 ± 0.02		3,88 ± 0,18	

De acordo com Brito *et al.* (2019), a composição química, como teores de fibras, proteínas pode ser relacionado ao tamanho de partícula de farinhas de frutas e vegetais, pois, estudando diferentes frações de uma farinha de subproduto de frutas e vegetais concluiu que as frações de menor tamanho de partícula apresentaram menor teor de fibras insolúveis e biopolímeros, enquanto as partículas maiores têm características inversas.

As cascas foram secas em temperatura de 50 °C por 14 dias e apresentou uma umidade de 10,10 ou seja, dentro da legislação vigente que é a Resolução nº 263 (BRASIL, 2005) que exige uma umidade máxima de 15,0 % para farinhas no geral. Fortes *et al* (2020) Oliveira (2020), Lopez-Nunes (2027) trabalhou com temperaturas e tempos diferentes (60 °C / 8 h 45 °C / 12 h respectivamente) mas também alcançaram resultados satisfatórios (Tabela 1).

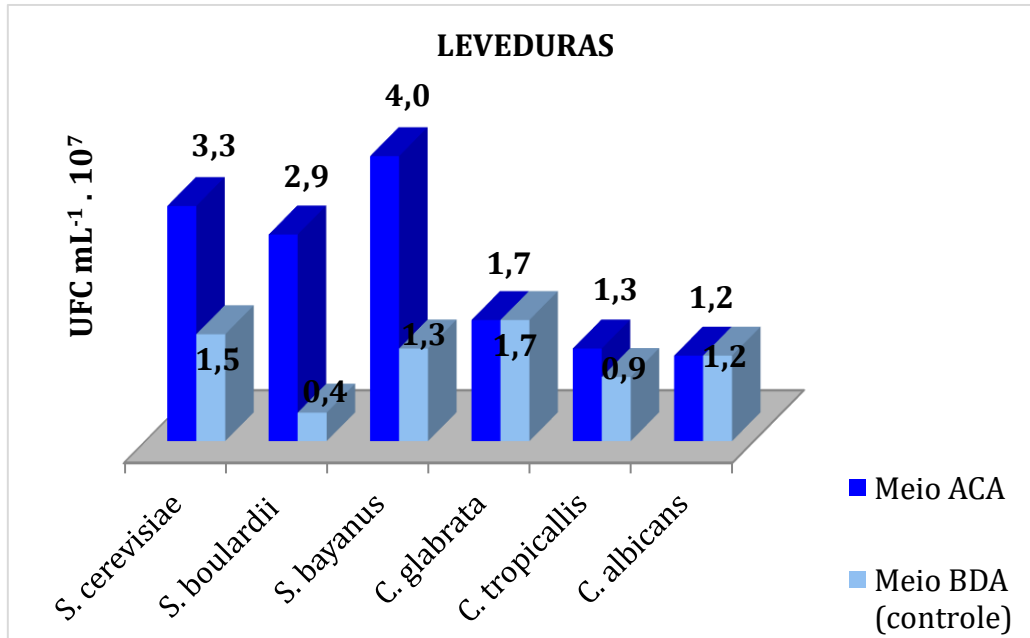
ANÁLISES MICROBIOLÓGICA

Por meio da técnica de diluição e contagem em placas observou-se e quantificou-se bactérias e leveduras no meio Agar Casca de Abacaxi (ACA) e Agar Contagem Padrão (PCA). Todas as leveduras (100%) cresceram no meio de cultura ACA e apenas 30 % das bactérias cresceram neste meio alternativo.

Conforme ilustrado na Figura 2 as seis (6) leveduras avaliadas apresentaram bom crescimento no meio de ACA, sendo que três delas *S. cerevisiae*, *S. boulardii* e *S. bayanus* apresentaram um número de UFC mL⁻¹ superior no meio de cultura elaborado com farinha de casca de abacaxi em relação ao meio BDA. O bom crescimento das leveduras nesse meio

alternativo, se deve a presença de todos os macro e micronutrientes requeridos por estes microrganismos.

Figura 2. Comparação do número de leveduras que cresceram em meio BDA e no meio ACA



Fonte: Autoria própria

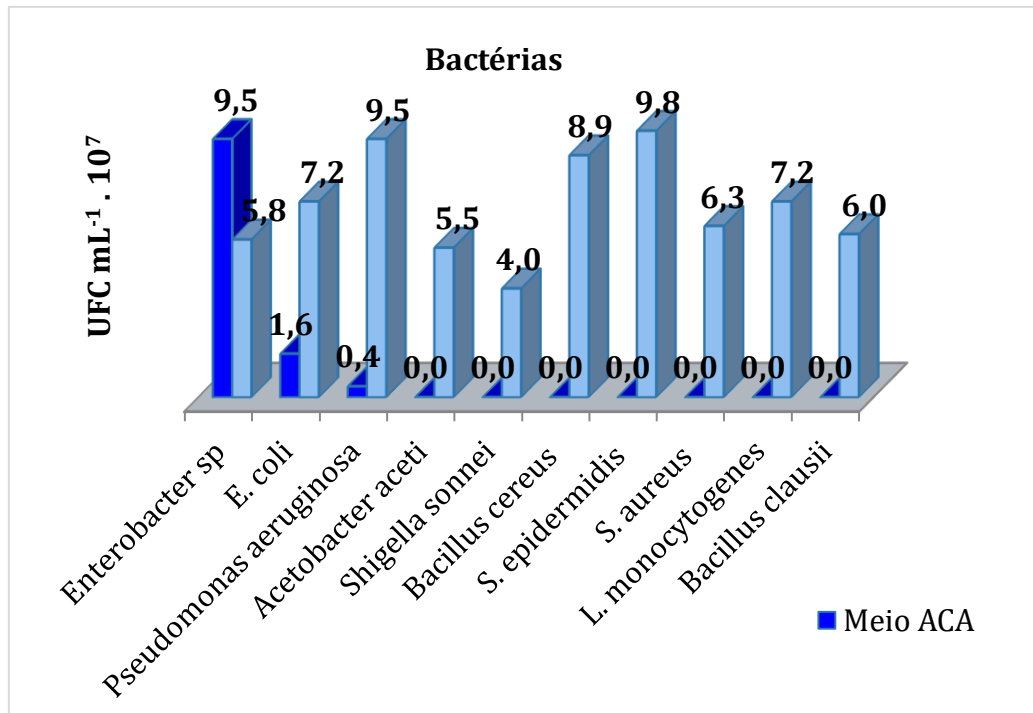
Um dos macronutrientes mais requeridos pelas leveduras são os açúcares - fontes de carbono. Campos (2020) quantificou teores de açúcares da fração de celulose e hemicelulose presente na casca de abacaxi detectando 17,4% de glicose e 13,8 % de xilose, galactose, arabinose e manose em quantidades menores de 2,8, 2,5 e 0,9% respectivamente. Embora esses teores possam apresentar variação entre os diferentes frutos, ainda assim, apresentará fonte de carbono suficiente para crescimento das leveduras tendo em vista que a porcentagem encontrada nos meios convencionais para crescimento dos microrganismos é de 2% de glicose. A maior quantidade de fonte de carbono presente em cascas de abacaxi pode explicar uma maior contagem de leveduras neste meio. Além das fontes de carbono a casca de abacaxi contém todos os demais macro e os micronutrientes que a levedura precisa para crescer.

Não foram encontradas na literatura pesquisas com contagem de UFC de colônias de bactéria e leveduras em meio de cultura elaborada com casca de abacaxi. Porém, foi encontrado pesquisas de fermentação alcoólica utilizando *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces bayanus* em mostos preparados com cascas de abacaxi, com bom rendimento alcoólico e eficiência fermentativa (BERTAN, 2021).

Diferentemente das leveduras, as bactérias apresentaram um baixo percentual (30%) de crescimento positivo no meio ACA, e destas, apenas *Enterobacter sp.* apresentou um número de UFC mL⁻¹ superior neste meio alternativo em relação ao PCA. *E. coli* e *P. aeruginosa* cresceram,

porém com baixas contagens. Entre as que não cresceram há presença de gram positivas e negativas (Figura 3).

Figura 3. Comparação do número de bactérias que cresceram em meio PCA e no meio ACA



Fonte: Autoria própria

Duas situações são possíveis de explicação para esse fato:

A primeira explicação, é a constituição dos nutrientes do meio que pode não ter algum elemento nutricional requerido pelas bactérias. Pois, microrganismos diferentes requerem conjuntos distintos de nutrientes e nem todos os nutrientes são requeridos nas mesmas quantidades (MADIGAN, 2010). Fatores de crescimento (vitaminas, aminoácidos, purinas e pirimidinas) são compostos orgânicos que compartilham com metais traço o fato de serem necessários em pequenas quantidades e apenas por alguns organismos. Embora a maioria dos microrganismos sejam capazes de sintetizar todos esses compostos, alguns requerem um ou mais desses pré-formados a partir do meio e que portanto devem recebe-lo quando cultivados em laboratório. As vitaminas são fatores de crescimento mais comumente requeridos e as necessidades variam de muita a nenhuma (MADIGAN, 2010). Embora a casca do abacaxi apresente um aporte nutricional importante, não possui Niacina e Vitamina B12 (TACO, 2011). Ambas as vitaminas tem funções importantes nas células microbianas. A Niacina atua como precursor do NAD⁺ transferência de

elétrons nas reações de oxido-redução e a Vitamina B12 atua na Síntese de Desoxirribose e na redução e transferência de fragmentos contendo carbono (MADIGAN, 2010).

A segunda, é uma possível ação inibitória da bromelina, polifenóis, flavonoides, saponinas e outros metabólitos secundários presentes na casca do abacaxi, sobretudo, porque as cascas configuram melhor fonte de bromelina e saponinas que as polpas (ABÍLIO, 2009; MAURER, 2001)

Os flavonoides e os polifenóis são mais potentes na inibição de bactérias gram-positivas (MAURER, 2001). Enquanto que as bromelinas são os compostos ativos que atuam principalmente contra bactérias gram-negativas (ESHAMAH, 2013).

De acordo com Maurer (2001), os flavonoides e os polifenóis são compostos fenólicos que possuem propriedades polares. Os laços funcionam principalmente na camada de peptidoglicano em bactérias gram-positivas, e não na camada lipídica apolar. Tanto a bromelina quanto as saponinas atuam na parede celular e nas membranas bacterianas.

A bromelina apresenta ampla especificidade e, portanto, através de sua atividade proteolítica consegue hidrolisar sequências de aminoácidos não-polares (DAS & BHATTACHARYYA, 2018) um dos componentes essenciais na membrana bacteriana causando lesões e morte celular. Também desintegra proteínas na superfície da membrana que eventualmente enfraquecem a parede celular, e danifica a célula. As saponinas aumentam a permeabilidade da membrana celular da bactéria, causando alteração na estrutura e função da membrana, interrompendo assim a tensão superficial da parede celular. As saponinas interagem seletivamente com colesterol na membrana celular deixando um buraco na membrana (ESHAMAH, 2013).

Algumas bactérias parecem ter mecanismos de proteção e resistência as ações dos compostos citados nos parágrafos anteriores, pois nesta pesquisa *Enterobacter sp*, *E. coli* e *P. aeruginosa* apresentaram crescimento no meio com farinha de casca de abacaxi e em outras pesquisas citadas nos parágrafos subsequentes também elencam algumas bactérias resistentes. Não foram encontrados na literatura dados de atividade antibacteriana da casca de abacaxi frente as cepas *S. epidermidis*, *L. monocytogenes*, *Bacillus clausii*, *Acetobacter aceti*, *Shigella sonnei*, *Enterobacter sp*. Como também não foi encontrado na literatura dados de contagens de colônias em meios de cultura elaborados a partir da farinha de abacaxi como meio de cultura para as bactérias e nem para as leveduras. Apenas alguns trabalhos de atividades fermentativas. No entanto é importante ressaltar que, se o microrganismo fermenta um determinado meio de cultura ele também é capaz de formar biomassa neste mesmo meio.

Embora neste trabalho a cepa de *Acetobacter aceti* não tenha apresentado crescimento no meio de ACA Bertan (2021) trabalhando com cepas de bactérias acéticas isoladas de vinagre, produziu esse vinagre a partir de calda de casca de abacaxi com bons rendimentos e produtividade fermentativa. Da mesma forma, a partir da fermentação espontânea da casca do abacaxi (aluá)

Teixeira (2016) obteve bactérias com características probióticas e de boa capacidade de crescimento durante a fermentação como o *Lactobacillus plantarum* e o *Lactobacillus paracasei* ssp. e produzir o aluá através da fermentação controlada com micro-organismos específicos, obtendo parâmetros físico-químicos desejáveis. Em contrapartida Santos (2016) avaliou a eficiência da imobilização de *Z. mobilis* em casca de abacaxi visando a produção de levana, e observou que a casca de abacaxi, por sua vez, apresentou-se ineficiente para processos fermentativos com reciclo do suporte de imobilização e também para formação de biomassa.

Das bactérias avaliadas neste trabalho foi encontrado na literatura resultados de atividades antibacterianas com *Escherichia coli*, *S. aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Bacillus cereus*. No entanto, enquanto alguns trabalhos apontaram cepas sensíveis (HASANNASAB 2021, ALI *et al.* (2015) a bromelina, outros trabalhos apontaram cepas resistentes (SILVA, 2022) indicando variação de respostas entre as cepas. A ação da bromelina sobre a bactéria pode ser influenciada pela concentração e também pelas condições de pH e temperatura.

Além dessas bactérias em comum com este trabalho, a literatura aponta várias outras bactérias avaliadas.

Silva (2022) avaliou a atividade antibacteriana e antibiofilme da bromelina em cepas de *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*. Os ensaios permitiram a pesquisadora identificar a atividade proteolítica de bromelina como o principal mecanismo antibiofilme da enzima e concluiu que a bromelina não apresentou atividade antibacteriana frente às cepas de *P. aeruginosa* e *S. aureus*. Todavia, apresentou atividade antibiofilme promissora em *S. aureus*, sendo os biofilmes desta espécie significativamente inibidos e destruídos mediante tratamento com essa enzima.

Hasannasab (2021) verificou atividade inibitória da bromelina sobre *Escherichia coli* (*E. coli*, ATCC 9637) e *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*, ATCC 12600). Atividade antibacteriana contra *Streptococcus mutans* evidenciada pela presença de uma zona de inibição no meio MHA foi avaliada por Nurnaningsih (2022), esse autor também cita que a bromelina também pode ser um agente antibacteriano eficaz contra patógenos periodontais (*Enterococcus fecalis*, *Streptococcus mutans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*) e outras cepas patogênicas (*Alicyclobacillus acidoterrestris*, *E. coli*, *P. acnes*, *S. aureus*, *Proteus spp.*).

Os estudos realizado por Anjos *et al.* (2016) mostraram um efeito antibacteriano de bromelina contra *Alicyclobacillus acidoterrestris* com mínimo efeito inibitório e concentrações bactericidas de 62,5 e 250 µg/mL, respectivamente.

Ali *et al.* (2015), usando extrato bruto de bromelina (1,8 mg/mL) verificou que a bromelina bruta era eficaz como agente antimicrobiano contra *E. coli* e *Proteus spp*, porém outra cepa (específica) de *E. coli* Gram-negativa, bem como duas cepas Gram-positivas *Streptococcus*

pyogenes e *Bacillus subtilis* foram resistentes à bromelina bruta em todos os valores experimentais de temperatura e pH neutro.

A bromelína teve efeito de inibição máxima em *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumonia*, *Bacillus subtilis*, *Proteus vulgaris*, *Shigella flexneri* e *Escherichia coli* e não houve atividade inibitória para os outros patógenos testados (BHAGAVATHY, 2019). DAS *et al.* (2019) investigando atividade antimicrobiana do extrato de casca de abacaxi (PP) (PPE) para verificar a possibilidade de utilizá-lo como agente antimicrobiano natural em alimentos. A atividade antimicrobiana foi realizado contra alguns patógenos alimentares (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* e *Escherichia coli*). As bactérias gram-positivas foram mais susceptíveis ao EPP do que o gram negativas. *Bacillus cereus* foi a cepa mais sensível com concentração mínima de inibição (CIM) de 0,0675 g/mL, seguida por *S. aureus* e *E. coli* (0,1349 g/mL) e *S. typhimurium* (0,2699 g/mL), respectivamente.

Os resultados das investigações conduzidas por Ataide *et al.* (2017) em Gram-negativos Cepas de *Escherichia coli* (ATCC 25922) e *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9721) e uma cepa gram-positiva de *Staphylococcus aureus* (ATCC 10390) mostrou uma ação da bromelina muito maior em *S. aureus* do que em *E. coli* e *Pseudomonas aeruginosa*.

Importante observar que as cascas de abacaxi apresentam potencial para produção de meios de cultura de baixo custo e de fácil acesso para cultivo de leveduras, porém para a maioria das bactérias avaliadas neste trabalho, como meio de cultura não é viável. No entanto como inibe o crescimento de uma série de bactérias, e considerando que a maioria dos compostos fenólicos vegetais não são tóxicos para o consumo humano, tem como outro foco de pesquisas a viabilidade de serem usados como condimentos em alimentos para prevenir crescimento de bactérias patogênicas e deterioradoras e desta forma estaria agregando ainda mais valor a esse resíduo.

CONCLUSÕES

A farinha elaborada a partir da casca de abacaxi apresentou eficiência na elaboração de meios de cultura para crescimento de leveduras, podendo ser utilizados em atividades de ensino e pesquisa;

As três espécies de *Saccharomyces* avaliadas neste trabalho apresentaram um crescimento muito superior no meio ACA do que no meio BDA;

Cascas de abacaxi não foram eficientes como meio de cultura para crescimento das bactérias avaliadas neste trabalho, mas poderia ser pesquisada a possibilidade de serem utilizadas como condimentos pra inibir crescimento de determinadas cepas patogênicas e deterioradoras de alimentos.

REFERÊNCIAS

ABÍLIO, G. M. F; HOLSCHUH, H. J; BORA, P. S; OLIVEIRA, E. F. Extração, atividade da bromelina e análise de alguns parâmetros químicos em cultivares de abacaxi. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal - SP, v. 31, n. 4, p. 1117-1121, 2009.

ALI, A.A; MOHAMMED, A.M; ISA, A.G. 2015. Antimicrobial effects of crude bromelain extracted from pineapple fruit (*Ananas comosus* (Linn.) Merr.). **Adv. Biochem.**

ANJOS, M.M. DOS; SILVA, A.A. DA; PASCOLI, I.C. DE; MIKCHA, J.M.G; MACHINSKI, M.J; PERALTA, R.M; ABREU FILHO, B.A. DE. Antibacterial activity of papain and bromelain on *Alicyclobacillus* spp. Int. **J. Food Microbiol.** 216, 121–126. 2016.

AOAC. **Association of Official Analytical Chemists.** 18.ed. Gaithersburg, Maryland, 2005.

AOAC. **Association of Official Analytical Chemists.** *Official methods of analysis.* 18 ed, . Washington: AOAC, 2010. 1094 p

AOAC International. **Association of Official Analytical Chemists International.** 18 ed. 4 rev. Gaithersburg: AOAC, 2011. 1505p.

ARAMPATHA, P. C; DEKKERA, M. Bulk storage of mango (*Mangifera indica* L.) and pineapple (*Ananas comosus* L.) pulp: effect of pulping and storage temperature on phytochemicals and antioxidant activity. **Journal of the Science of Food and Agriculture.** v. 99, p. 5.157-5.167, 2019.

ATAIDE, J. A; CARVALHO, N.M. DE; ARAÚJO REBELO, M. DE; CHAUD, M. V; GROTO, D; GERENUTTI, M; RAI, M; MAZZOLA, P. G; JOZALA, A. F. Bacterial nanocellulose loaded with bromelain: as- Bromelain – antibacterial activity and application in dermatology and cosmetology 77 sessment of antimicrobial antioxidant and physical-chemical properties. **Sci. Rep.** 7(1), 1–9. 2017.

BERTAN, F. A. B. **Aproveitamento integral do abacaxi na produção de vinagres enriquecidos com extrato de folhas de *Syzygium malaccense* (L.) Meer. & LM Perry.** Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.

BHAGAVATHY, S; GAYATHRIDEVI, R; PUSHYA, K. AND JENIFFER, J. Screening, Optimization and Antimicrobial Activity of Bromelain from *Ananas comosus*. **International Journal of Scientific Development and Research**. 4, 233-240. 2019.

BRITO, T. B; CARRAJOLA, J. F; GONÇALVES, E. C. B. A; MARTELLI-TOSI, M., & FERREIRA, M. S. L. Fruit and vegetable residues flours with different granulometry range as raw material for pectin-enriched biodegradable film preparation. **Food Research International**. 121, 412-421. 2019.

CAMPOS, D. A; RIBEIRO, T. B; TEIXEIRA, J. A; PASTRANA, L., & PINTADO, M. M. Integral valorization of pineapple (*Ananas comosus* L.) By-products through a green chemistry approach towards Added Value Ingredients. **Foods**. 9, n. 60, p. 1-22, 2020.

CHEN, A; GUAN, Y. J; BUSTAMANTE, M; URIBE, L; URIBE-LORÍO, L; ROOS, M; LIU, Y. Production of renewable fuel and value-added bioproducts using pineapple leaves in Costa Rica. **Biomass and Bioenergy**. v. 141, p. 105675, 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Prohort. . Disponível em: [https:// www.conab.gov.br/info-agro/hortigranjeiros-prohort](https://www.conab.gov.br/info-agro/hortigranjeiros-prohort). Acesso em: 09/12/2019.

DAS, G; PATRA, J.K; DEBNATH, T; ANSARI, A. AND SHIN, H.-S. Investigation of Antioxidant, Antibacterial, Antidiabetic, and Cytotoxicity Potential of Silver Nanoparticles Synthesized Using the Outer Peel Extract of *Ananas comosus* (L.). **PLOS ONE**.14. 2019.

DAS, SROMONA; BHATTACHARYYA, DEBASISH. Bromelain from pineapple: its stability and therapeutic potentials. In: BOGSAN, Cristina Stewart; TODOROV, Svetoslav Dimitrov. Tropical fruits: from cultivation to consumption and health benefits, pineapple. **New York: Nova Science Publishers**, 260 p. cap. 3, p. 43-100, 2018

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. Abacaxi: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa, 2013. 196 p. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas). Editores técnicos: SANCHES, Nilton Fritzens; MATOS, Aristóteles Pires de.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Abacaxi: produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. Organizado por: REINHARDTE, Domingo Haroldo; SOUZA, Luiz Francisco da Silva; CABRAL, José Renato Santos.

ESHAMAH, H; HAN, I; NAAS, H; RIECK, J. AND DAWSON, P. Bactericidal Effects of Natural Tenderizing Enzymes on Escherichia coli and Listeria monocytogenes. **Journal of Food Research**. 21, 8-18. 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO - FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 21/06/2023.

FÉLIX JUNIOR, J. C. **TRANSPLANTADORA DE ABACAXI: ESTUDO DE UM SISTEMA DE TRANSPLANTIO** Dissertação - Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas Mestrado em Engenharia Agrícola. CAMPINAS 2022.

FORTES, R. R., BRIGAGÃO, T. C. S., LOURENÇO, C. O., CARVALHO, E. E. N., TAVANO, O. L., GARCIA, J. A. D., NACHTIGALL, A. M. & BOAS, B. M. L. Caracterização física e química de farinha de arroz, farinhas de cascas de abacaxi e banana e farinha de sementes de abóbora. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, 2020.

GHINEA, C.; LEAHU, A. Monitoring of fruit and vegetable waste composting process: relationship between microorganisms and physico-chemical parameters. **Processes**, v. 8, n. 3, p. 302, 2020.

HASANNASAB, M; NOURMOHAMMADI, J; DEHGHAN, M. M; & GHAEI, A. Immobilization of bromelain and ZnO nanoparticles on silk fibroin nanofibers as an antibacterial and anti-inflammatory burn dressing. **International Journal of Pharmaceutics**. v. 610, p. 121227, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE; Produção Agrícola Municipal 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 20/06/2023.

JIRAPORNVAREE, I; SUPPADIT, T; POPAN, A. Use of pineapple waste for production of decomposable pots. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**. v. 6, n. 4, p. 345-350, 2017.

LIMA, P. C. C; SOUZA, B. S; SANTINI, A. T; OLIVEIRA, D. C. Aproveitamento agroindustrial de resíduos provenientes do abacaxi 'pérola' minimamente processado. **Holos**. 2. 122. 10.15628/holos.2017.5238.

LOPEZ-NUNEZ, J. S., J. G. SALCEDO-MENDOZA, M. R. ARTEAGA-MARQUEZ, O. A. PEREZ-SIERRA AND M. ROSA. Effect of drying on the physicochemical and techno-functional properties of pineapple peel flour. **Indian J. Sci. Technol.** V. 11, n. 46, pag. 1-7, 2018.

MA, Y; HUMMEL, M; MAATTANEN, M; SARKILAHTI, A; HARLIN, A; SIXTA, A. **Upcycling of waste paper and cardboard to textiles**. *Green Chemistry*, v. 18, n. 3, p. 858- 866, 2016.

MADIGAN, M. T; MARTINKO, J. M; DUNLAP, P. V; CLARK, D. P. *Microbiologia de Brock*. Porto Alegre; Artmed; 12. ed; 2010. 1160 p.

MAURER H.R., 2001. Bromelain: biochemistry, pharmacology and medical use. **Cell Mol. Life Sci.** 58(9), 1234–1245, 2001.

NISHIMURA, R; PERES, T. C; LOPES, E. F. G. P; CUPERTINO, E. M; GONÇALVES, C. T. dos S; OLIVEIRA, E. M. de. **CARACTERIZAÇÃO DO ABACAXI DO TIPO PÉROLA**. In: Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão. v. 10, n. 2, 2018.

NURNANINGSIH, HERA; LAELA, DEWI SODJA. Efektivitas daya antibakteri berbagai konsentrasi enzim bromelain dari ekstrak buah nanas *Ananas comosus* (L.) Merr. terhadap *Streptococcus mutans* secara in-vitro The antibacterial activity effectiveness of various concentrations of bromelain enzymes from pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) extract on *Streptococcus mutans* in-vitro. **Padjadjaran Journal of Dental Researchers and Students**. v. 6, n. 1, p. 74-81, 2022.

OLIVEIRA, V. C.; DE OLIVEIRA, I. R. N.; MENDES, F. Q. Análises físico-químicas e composição nutricional da farinha de casca de abacaxi como aproveitamento de resíduos agroindustriais. *Ciência e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas*. Ed Científica, v. 2, 2020

SANTOS, V. A. Q; LIMA, B. C. S; CRUZ, C. H. G. IMOBILIZAÇÃO DE ZYMOMONAS MOBILIS EM CASCA DE ABACAXI E LARANJA VISANDO A PRODUÇÃO DE LEVANA. **Holos Environment**. v. 16, n. 1, p. 01-13, 2016.

SARAH, S; WAWA, R; MAJID, R.A; YAHYA, W.J; ADRUS, N; HASANNUDDIN, A.K; LOW, J.H. Optimization of pineapple leaf fibre extraction methods and their biodegradabilities for soil cover application. **Journal of Polymers and the Environment**. v. 26, n. 1, p. 319-329, 2018.

SIBALY, S; JEETAH, P. Production of paper from pineapple leaves. **Journal of Environmental Chemical Engineering**. v.5, p.5979-5986, 2017.

SILVA, C. N. da; BRONZATO, G. R. F; CESARINO, I; LEÃO, A. L. Second-generation ethanol from pineapple leaf fibers. **Journal of Natural Fibers**. v. 17, n. 1, p.113-121, 2020.

SILVA, M. P. **Análise da atividade antibacteriana e antibiofilme de bromelina em cepas de pseudomonas aeruginosa e *Staphylococcus aureus***. 2022. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal Fluminense, Niteroi, 2022.

SOUZA, F. de SOUZA; E. H. de PADUA; T. R. P; FERREIRA, F. Abacaxizeiros (Ananas spp.) cultivados e silvestres. **Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)**. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1095063/abacaxizeiros-ananas-spp-cultivados-e-silvestres>. Acesso em: 12 Jul. 2023.

SOXHLET, F. The weight analytic determination of milk fat. **Polytechnisches Journal**, v. 232, p. 461–465, 1879.

TACO -Tabela brasileira de composição de alimentos (TACO) / NEPA. LIVRE 2011; 4a ed. Campinas: Unicamp. 2011. 161 p. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/>. Acesso 05/08/2023.

TEXEIRA, A. P. **Desenvolvimento de uma bebida semelhante ao aluá, com fermentação controlada, utilizando bactérias lácticas isoladas da fermentação**

espontânea da casca do abacaxi. In: Anais dos Seminários de Iniciação Científica, n. 20, 2016.

ULLAH, H; SANTOS, H. A; KHAN, T. Applications of bacterial cellulose in food, cosmetics and drug delivery. **Cellulose.** v. 23, n. 4, p. 2291-2314, 2016.

UNB - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. **História do abacaxi.** 2016. Disponível em: <http://web.unb.br/2016-07-22-12-22-22>. Acesso em: 11/06/2023.