

ELABORAÇÃO DE MEIO DE CULTURA DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

DEVELOPMENT OF LOW-COST CULTURE
MEDIUM USING AGRO-INDUSTRIAL WASTE

PREPARACIÓN DE MEDIO DE CULTIVO DE BAJO COSTO
UTILIZANDO RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

Domendes José Silva Machado¹
Alexya Gonçalves Mota²
Thalita Rodrigues Soares³
Maria Eduarda Carvalho Coelho⁴
Fernanda Costa Rosa⁵
Rita de Cássia Mendonça de Miranda⁶

RESUMO

Os insumos utilizados em microbiologia são, em geral, adquiridos de empresas que empregam componentes de alto custo e processos de produção complexos, o que encarece significativamente os meios de cultura convencionais. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar um meio de cultura alternativo, de baixo custo, produzido a partir de resíduos agroindustriais. Para a elaboração dos meios, utilizaram-se a coroa de abacaxi e a casca de macaxeira, que foram submetidas à secagem, pulverização e posterior incorporação como base nutricional. Foram testados meios sólidos e líquidos preparados com farinha do resíduo (30 g/L), ágar (15 g/L) e suplementação de sais minerais (NaNO_3 0,08 g/L; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,02 g/L; K_2HPO_4 0,03 g/L; KCl 0,01 g/L). Os resultados demonstraram que os meios alternativos apresentaram condições adequadas para o crescimento de microrganismos de interesse, incluindo *Candida albicans*, *Candida parapsilosis* e *Streptomyces* sp., tanto nas formulações sólidas quanto líquidas. A eficiência observada indica que os resíduos utilizados fornecem nutrientes suficientes para o desenvolvimento microbiano, evidenciando seu potencial biotecnológico e didático. Dessa forma conclui-se que os meios de cultura à base de resíduos agroindustriais constituem uma alternativa viável, econômica e de fácil implementação, especialmente para uso em ambientes educacionais.

PALAVRAS-CHAVE

Resíduo agroindustrial, Meio de cultura, Metodologia alternativa.

ABSTRACT

The inputs used in microbiology are generally acquired from companies that employ high-cost components and complex production processes, which significantly increases the price of conventional culture media. In this context, the present study aimed to develop and evaluate a low-cost alternative culture medium produced from agro-industrial residues. For the preparation of the media, pineapple crown and cassava peel were used; these materials were subjected to drying, pulverization, and subsequent incorporation as a nutritional base. Solid and liquid media prepared with residue flour (30 g/L), agar (15 g/L), and mineral salt supplementation (NaNO_3 0,08 g/L; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,02 g/L; K_2HPO_4 0,03 g/L; KCl 0,01 g/L) were tested. The results demonstrated that the alternative media provided suitable conditions for the growth of microorganisms of interest, including *Candida albicans*, *Candida parapsilosis*, and *Streptomyces* sp., in both solid and liquid formulations. The observed efficiency indicates that the residues used supply sufficient nutrients for microbial development, highlighting their biotechnological and educational potential. It is concluded that culture media based on agro-industrial residues constitute a viable, economical, and easily implementable alternative, especially for use in educational environments.

KEYWORDS

Agro-industrial Waste; Culture Medium; Alternative Methodology.

RESUMEN

Los insumos utilizados en microbiología son, en general, adquiridos de empresas que emplean componentes de alto costo y procesos de producción complejos, lo que encarece significativamente los medios de cultivo convencionales. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo desarrollar y evaluar un medio de cultivo alternativo de bajo costo, producido a partir de residuos agroindustriales. Para la elaboración de los medios se utilizaron la corona de piña y la cáscara de yuca, las cuales fueron sometidas a secado, pulverización y posterior incorporación como base nutricional. Se evaluaron medios sólidos y líquidos preparados con harina del residuo (30 g/L), agar (15 g/L) y suplementación de sales minerales (NaNO_3 0,08 g/L; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,02 g/L; K_2HPO_4 0,03 g/L; KCl 0,01 g/L). Los resultados demostraron que los medios alternativos presentaron condiciones adecuadas para el crecimiento de microorganismos de interés, incluyendo *Candida albicans*, *Candida parapsilosis* y *Streptomyces* sp., tanto en formulaciones sólidas como líquidas. La eficiencia observada indica que los residuos utilizados proporcionan nutrientes suficientes para el desarrollo microbiano, evidenciando su potencial biotecnológico y didáctico. Se concluye que los medios de cultivo a base de residuos agroindustriales constituyen una alternativa viable, económica y de fácil implementación, especialmente para su uso en entornos educativos.

PALABRAS CLAVE

Resíduo Agroindustrial, Meio de Cultivo, Metodologia Alternativa

1 INTRODUÇÃO

A busca por meios de cultura microbiológicos de baixo custo tem ganhado destaque na comunidade científica, especialmente em países em desenvolvimento, onde os recursos financeiros para aquisição de meios convencionais são limitados. Esses meios alternativos, formulados a partir de resíduos agroindustriais, oferecem uma solução econômica e sustentável para o cultivo de microrganismos, além de promoverem a valorização de subprodutos agrícolas que, de outra forma, seriam descartados (SHIRAHIGUE; CECCATO-ANTONINI, 2020; RIBEIRO *et al.*, 2025).

Estudos recentes demonstram que resíduos agroindustriais são fontes ricas de compostos bioativos, como fenólicos, ácidos orgânicos e carotenoides, com potencial aplicação nas indústrias alimentícia e de fermentação (SANTOS *et al.*, 2022; RIBEIRO *et al.*, 2025). Além disso, a utilização de produtos de origem vegetal e resíduos hortifrutícolas na formulação de meios de cultura alternativos tem se mostrado eficaz para o crescimento de diversos microrganismos, oferecendo uma opção viável e de baixo custo em comparação aos meios convencionais (MIRANDA; NADER-MACÍAS, 2023).

O reaproveitamento de resíduos de abacaxi e mandioca possui grande relevância para o estado do Maranhão, especialmente considerando sua forte vocação agrícola e a expressiva presença dessas culturas na economia local (SILVA, 2022). O abacaxi e a mandioca estão entre os principais produtos da agricultura familiar maranhense, sendo cultivados em diversas regiões do estado. No entanto, a cadeia produtiva ainda apresenta baixo aproveitamento de subprodutos, o que representa uma perda de valor e um passivo ambiental (SINGH *et al.*, 2021; EMBRAPA, 2023).

Importante ressaltar que a elaboração de meios de cultura a partir de resíduos agroindustriais está alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), contribuindo especificamente para o ODS 12, que visa assegurar padrões de produção e consumo sustentáveis, ao incentivar a reutilização de resíduos e a redução do desperdício. (LINARES *et al.*, 2022). Além disso, essa prática apoia o ODS 4, que busca garantir uma educação inclusiva e equitativa de qualidade, ao possibilitar que instituições de ensino, especialmente as de educação básica, tenham acesso a recursos didáticos mais acessíveis para o ensino de microbiologia (LINARES *et al.*, 2022; MURER *et al.*, 2022).

A implementação de meios de cultura de baixo custo nas escolas pode transformar a forma como a microbiologia é ensinada, tornando as aulas mais práticas e acessíveis. Ao reduzir os custos associados aos materiais laboratoriais, amplia-se a oportunidade para que um maior número de estudantes participe de atividades experimentais, promovendo um aprendizado mais efetivo e estimulando o interesse pela ciência desde cedo (CARVALHO; CAVALCANTI, 2022; ARAÚJO *et al.*, 2023).

Portanto, a elaboração de meios de cultura utilizando resíduos agroindustriais oferece uma alternativa econômica e sustentável para o cultivo de microrganismos, desempenhando um papel importante na educação científica, alinhando-se aos esforços globais para promover práticas sustentáveis e acessíveis no ensino e na pesquisa (SANTOS *et al.*, 2013; MORESCO *et al.*, 2017; CARVALHO; CAVALCANTI, 2022; MURER *et al.*, 2022; ARAÚJO *et al.*, 2023).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um meio de cultura alternativo a partir de resíduos agroindustriais que tenha um baixo custo de produção e que tenha uma fácil implementação em sala de aula para auxiliar as práticas de microbiologia.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. RESÍDUOS UTILIZADOS

Os resíduos utilizados nesse trabalho foram a coroa do abacaxi e a casca da macaxeira, devido a quantidade de açúcar e amido encontrados que podem ser utilizados pelos microrganismos e empregados nos seus processos metabólicos, além disso estes resíduos encontram-se em abundância uma vez que, tanto a fruta quando a raiz são consumidas em larga escala no Maranhão (PELIZER *et al.*, 2007).

Todas as coroas de abacaxi, bem como, as cascas de mandioca utilizadas nesta pesquisa foram coletadas na Central de Abastecimento (CEASA) que fica localizado na Latitude: -2.5041980209235017 e Longitude: -44.269337644998856.

2.2. OBTENÇÃO DO EXTRATO BASE

A produção do meio de cultura alternativo iniciou-se com a preparação do extrato base, seguindo a metodologia proposta por Sanches *et al.* (2023). Inicialmente, os resíduos agroindustriais, coroa de abacaxi e casca de macaxeira, foram coletados e submetidos à higienização em água corrente para remoção de sujidades. Em seguida, os materiais foram cortados em pequenos cubos, visando à padronização do tamanho e à otimização do processo de secagem.

A secagem foi realizada em estufa de circulação de ar (PROLAB), com os resíduos dispostos em bandejas de alumínio. As folhas da coroa de abacaxi e as cascas de macaxeira foram submetidas a temperaturas e tempos distintos, definidos de acordo com as características físico-químicas específicas de cada resíduo vegetal, especialmente o ponto de fulgor e a temperatura máxima de resistência térmica da celulose, a fim de evitar sua degradação estrutural.

Estudos indicam que a celulose vegetal começa a sofrer alterações estruturais e degradação térmica progressiva quando submetida a temperaturas superiores a 60–80 °C por períodos prolongados, dependendo da matriz lignocelulósica e do teor de umidade (FENGEL; WEGENER, 1989; POLETTO *et al.*, 2012). Dessa forma, as folhas da coroa de abacaxi foram secas a 70 °C por 48 h, enquanto as cascas de macaxeira foram submetidas à secagem a 60 °C por 72 h, garantindo a redução do teor de umidade sem comprometer a integridade da matriz celulósica.

Após a secagem, os resíduos foram triturados em liquidificador industrial (Metvisa, 10 L) e posteriormente peneirados sob agitação mecânica, obtendo-se partículas com granulometria padronizada de 50 mesh. Esse procedimento visou garantir maior homogeneidade, melhor manuseio e adequada aplicação dos substratos na formulação do meio de cultura alternativo.

2.3. PREPARAÇÃO DO MEIO DE CULTURA

A partir do extrato base seco foram preparados os meios de cultura sólido. Para tal foram adicionados farinha dos resíduos (30 g/L) e ágar (15 g/L) acrescidos com concentrado de sais (NaNO_3 0,08 g/L, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,02 g/L, K_2HPO_4 0,03 g/L e KCl 0,01 g/L) (PAZ-ARTEAGA *et al.*, 2023; EL SHIEKA; RAY, 2023). Após a adição dos componentes químicos necessários para a obtenção dos meios de cultura sólidos, ambas as versões foram submetidas a autoclavagem à 121°C por 15min para esterilização e posterior armazenamento.

2.4. AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS MEIOS DE CULTURA ALTERNATIVOS.

2.4.1. MICRORGANISMOS UTILIZADOS

Para realizar o teste de eficiência dos meios de cultura alternativos quanto ao crescimento das colônias microbianas foram utilizadas bactérias gram-negativas, gram-positivas e fungos como pode ser visualizado na tabela 1.

Tabela 1 - Fungos e bactérias utilizadas para avaliação da eficácia do meio de cultura alternativo, sua origem, código de identificação, meio de cultura de crescimento padrão e aspectos macroscópicos das colônias.

Microorganismos	Origem	Meio de Cultura Padrão	Aspecto Macroscópico das Colônias
<i>Candida parapsilosis</i>	ATCC 22019	Agar Sabouraud	Colônia esbranquiçada, textura leitosa com bordas definidas e arredondadas (KONEMAN <i>et al.</i> , 2018)
<i>Candida albicans</i>	ATCC 14033	Agar Sabouraud	Colônia pequena com presença de micélio aéreo escuro com aspecto de abaulamento do meio (MURRAY <i>et al.</i> , 2021).
<i>Streptomyces sp.</i>	Isolado de planta	Batata Dextrose Agar	Colônia pequenas com coloração amarelada (TORTORA <i>et al.</i> , 2020).
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 6538	Agar Manitol	Colônias pequenas com aspecto esbranquiçado (ATLAS, 2010).
<i>Pneumococo sp.</i>	Isolado clínico	Muller Hinton	Colônias pequenas, com aspecto esverdeado (ATLAS, 2010).

Fonte: Dados da pesquisa.

2.4.2. ENSAIO EM MEIO DE CULTURA ALTERNATIVO SÓLIDO.

Para a avaliação da eficácia do meio de cultura alternativo proposto neste estudo quanto à promoção do crescimento microbiano, os microrganismos foram semeados, de forma paralela, nos meios de cultura padrão e alternativo (SILVA *et al.*, 2021). Todos os ensaios foram conduzidos sob condições experimentais rigorosamente controladas, mantendo-se os mesmos parâmetros de incubação, incluindo tempo e temperatura (SILVA *et al.*, 2021). Essa padronização metodológica assegurou a comparabilidade dos resultados obtidos entre os diferentes meios de cultura avaliados, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Tempo de incubação necessário para crescimento de fungos patogênicos em meio de cultura padrão utilizados para os testes de eficiência do meio de cultura alternativo.

Fungos analisados		Meio de cultura recomendado	Tempo de incubação (dias)	Temperatura de incubação (°C)
Candida parapsilosis		Agar Sabouraud	02	30
Candida albicans		Agar Sabouraud	02	30
Bactérias analisadas	Meio de cultura recomendado	Tempo de incubação (dias)	Temperatura de incubação (°C)	
<i>Streptomyces</i> sp.	Batata Dextrose Agar	07	30	
<i>Staphylococcus aureus</i>	Agar Manitol	02	37	
<i>Pneumococo</i> sp.	Ágar Mueller-Hinton	02	37	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ágar Mueller-Hinton	02	37	

Fonte: Dados da pesquisa.

Para tal foram preparadas soluções dos microrganismos teste padronizadas na escala nefelométrica de *Mac Farland* (0,53) e realizados semeio em placas de Petri contendo os meios de crescimento padrão e alternativos. As placas foram então incubadas sob as condições estabelecidas na tabela 2 para posterior contagem e observação dos aspectos macro morfológicos das colônias. (SANTOS *et al.*, 2024). Todos os experimentos foram realizados em triplicata e aos a contagem das colônias foi calculada a média e o desvio padrão.

2.4.3. ENSAIO EM MEIO DE CULTURA ALTERNATIVO LÍQUIDO.

Para se avaliar a eficácia do meio de cultura alternativo proposto nesse trabalho quanto ao crescimento dos microrganismos em meio líquido foram inoculadas 100µL de uma suspensão microbiano padronizada a 0.5 da escala de *Mac Farland* dos microrganismos crescidos no teste anterior em erlen-

meyers de 250mL de volume total contendo 50mL de volume útil de meio de cultura líquido (Batata Dextrose Agar e alternativos). Os erlenmeyers foram então incubados nas condições estabelecidas na tabela 2 para posterior visualização de crescimento por meio do comparativo de turbidez do meio e avaliação do crescimento da biomassa microbiana (massa seca). Todos os experimentos foram realizados em triplicata e após a filtragem para avaliação do crescimento de biomassa os dados foram tabulados para cálculo da média e do desvio padrão (SILVA *et al.*, 2021).

Nesta etapa foram avaliados apenas os microrganismos que cresceram em ambos os meios sólidos alternativos testados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ENSAIO EM MEIO DE CULTURA ALTERNATIVO SÓLIDO

Para avaliar a eficácia do meio de cultura alternativo quanto ao crescimento, os microrganismos testados foram cultivados em seus respectivos meios de cultura padrão e alternativos nas mesmas condições de tempo e temperatura de incubação após serem padronizados na escala nefelométrica de *Mac Farland* a 0,53 (tabela 2).

Os resultados obtidos quanto ao crescimento e aspectos macroscópicos dos microrganismos testados nos meios alternativos propostos pode ser visualizado na tabela 3.

Tabela 3 - Crescimento de microrganismos e testados e quantidade de colônias (UFC) nos meios de cultura alternativos sólidos após período de incubação nas condições padrão propostas anteriormente.

Microrganismos	Aspectos macroscópicos	Crescimento		Média da Contagem (colônias)	
		MCA*	MCM**	MCA*	MCM**
<i>C. parapsilosis</i>	Colônia esbranquiçada, textura leitosa com bordas definidas e arredondadas.	sim	sim	218±22	≥100
<i>C. albicans</i>	Colônia esbranquiçada, textura leitosa com bordas definidas e arredondadas.	sim	sim	227±18	≥100
<i>Streptomyces</i> sp.	Colônia pequena com presença de micélio aéreo escuro com aspecto de abaulamento do meio.	sim	sim	2±0,2	02±0.05
<i>S. aureus</i>	Colônia pequenas com coloração amarelada.	não	sim	0	≥100

Microrganismos	Aspectos macroscópicos	Crescimento		Média da Contagem (colônias)	
		MCA*	MCM**	MCA*	MCM**
<i>Pneumococo</i> sp.	Colônias pequenas com aspecto esbranquiçado.	não	sim	0	≥100
<i>P. aeruginosa</i>	Colônias pequenas, com aspecto esverdeado.	não	sim	0	≥100

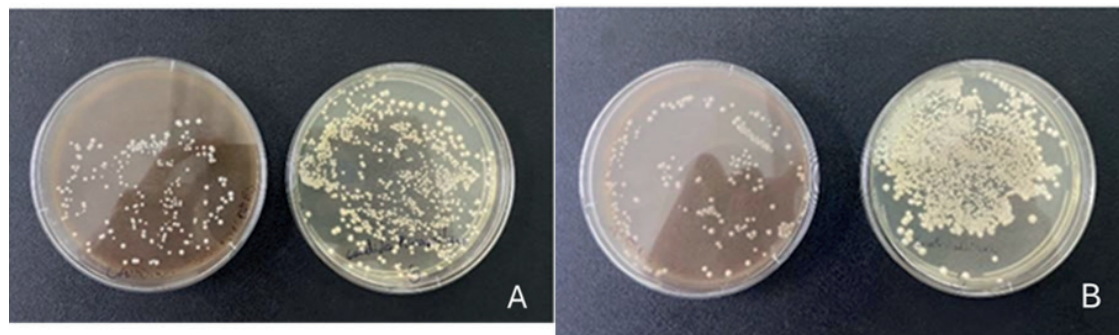
*MCA – Meio de Cultura a Base de Abacaxi; *MCM – Meio de Cultura a Base de Mandioca

Fonte: Dados da pesquisa.

Após passado o período de incubação, se pode observar que, nas placas contendo meio de cultura alternativo a base do resíduo de abacaxi, não houve crescimento das bactérias *S. aureus*, *Pneumococcus* sp. e *P. aeruginosa*, em nenhuma das repetições. Já quando o meio de cultura alternativo foi a base de resíduo de mandioca se observou crescimento bacteriano espalhado por toda a superfície da placa.

Quando analisados as placas em que foram cultivados os fungos foi identificado crescimento de leveduras nas placas contendo os dois meios alternativos. Nas placas que continham o meio de cultura alternativo a base de abacaxi fora quantificada 218 ± 22 colônias de *Candida parapsilosis* e 227 ± 18 UFC colônias de *Candida albicans* (Figura 1). Já quando o meio de cultura alternativo teve como base o resíduo de mandioca observou um crescimento elevado de colônias (≥ 100) de *Candida parapsilosis* e *Candida albicans*.

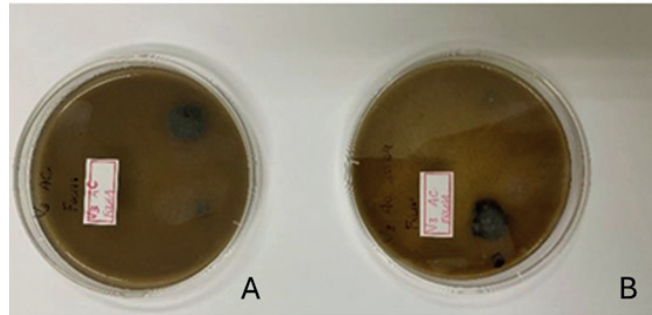
Figura 1 - Crescimento das de colônias de *Candida parapsilosis* (A) e *Candida albicans* (B) no meio de cultura padrão (BDA) alternativo à base de resíduo de abacaxi.



Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação a colônia de *Streptomyces* sp. observou-se crescimento de colônia nos meios alternativos a base de abacaxi e mandioca com características idênticas quando comparadas ao meio de cultura padrão Batata Dextrose Agar (Figura 2).

Figura 2 - Observação macroscópica da colônia de *Streptomyces* sp. crescida nos meios de cultura alternativos a base de abacaxi (A) e mandioca (B).



Fonte: Dados da pesquisa.

Uma possível explicação para o crescimento exacerbado da *Candida parapsilosis* e *Candida albicans* ser a presença elevada de açúcar, contida quando o meio de cultura tem como base o resíduo de abacaxi. Por ser uma fruta que apresenta elevados níveis de açúcar em sua composição proporciona um ambiente propício para o desenvolvimento de fungos leveduriformes (VILLIS *et al.*, 2023). Vale ressaltar também que, mesmo os fungos com o crescimento mais seletivo e com um tempo maior de desenvolvimento estes apresentaram um crescimento satisfatório quando comparado ao meio Batata Dextrose Agar quando submetido as mesmas condições e tempo de incubação (VILLIS *et al.*, 2023).

3.2. ENSAIO EM MEIO DE CULTURA ALTERNATIVO LÍQUIDO.

O crescimento dos microrganismos em meio de cultura alternativo líquido também foi avaliado. O resultado da avaliação da biomassa quando os microrganismos foram inoculados em meio de cultura pode ser visualizado na tabela 4.

Tabela 4 - Rendimento (g/L) das massas dos microrganismos crescidos em meio líquido

Microrganismos	Meio convencional (g/L)	Meio a base de abacaxi (g/L)	Meio a base de mandioca (g/L)
<i>Streptomyces</i> sp.	0.04±00	0.07±00	-
<i>C. parapsilosis</i>	0.01±00	0.01±00	-
<i>C. albicans</i>	0.02±00	0.01±00	-

Fonte: Dados da pesquisa.

Como observado na tabela 4, o rendimento de massa seca obtido apresentou uma diferença mínima de massa quando comparadas pré e pós secagem. O crescimento da actinobactéria *Streptomyces* sp. foi a que apresentou resultado mais promissor, com rendimento de 0.07g/L quando

crescido em meio alternativo a base de abacaxi contra 0.04g/L quando crescimento se deu em meio convencional. O rendimento no crescimento das *C. parapsilosis* e *C. albicans* demonstrou o mesmo rendimento para ambos os meios 0.01g/L. O crescimento em meio de cultivo alternativo demonstra que, as formulações base dos meios líquidos distintos testados apresentam rendimento próximo, comprovando a aplicação do meio de cultura alternativo viável e promissor para o uso em análises microbiológicas e sua implementação também no ambiente acadêmico (FURTADO *et al.*, 2019; LIMA *et al.*, 2020)

O desenvolvimento de meios de cultura a partir de resíduos agroindustriais configura uma estratégia inovadora e sustentável no campo da microbiologia, com especial relevância no contexto educacional. A proposta deste estudo está alinhada aos princípios da economia circular, ao promover a valorização de resíduos orgânicos, como a coroa de abacaxi e a casca de macaxeira, convertendo-os em insumos aplicáveis ao ensino e à pesquisa microbiológica. Estudos prévios têm evidenciado o potencial de substratos alternativos de origem vegetal na formulação de meios de cultura microbiológicos, demonstrando sua viabilidade técnica e funcional (SOUSA FILHO *et al.*, 2024; ALVES *et al.*, 2025).

A escolha de resíduos como base para o meio se justifica tanto por sua ampla disponibilidade quanto por seu valor nutricional. A casca da macaxeira, por exemplo, é rica em carboidratos complexos e fibras, enquanto a coroa do abacaxi possui açúcares fermentáveis, vitaminas e minerais, que podem favorecer o crescimento microbiano (SILVA *et al.*, 2021). Esses nutrientes são fundamentais para a proliferação de micro-organismos como bactérias e leveduras, demonstrando a viabilidade dos resíduos na substituição parcial ou total dos componentes convencionais utilizados nos meios de cultura padrão (SANTOS *et al.*, 2024)

Os resultados obtidos neste estudo, com o crescimento de *Candida albicans*, *Candida parapsilosis* e *Streptomyces* sp., evidenciam que os meios alternativos formulados possuem a composição mínima necessária para sustentar o crescimento de organismos com diferentes exigências nutricionais (ANDRADE *et al.*, 2024). Esses achados estão em consonância com os trabalhos de Akinyosoye *et al.* (2015) e Khan *et al.* (2017), que também demonstraram a eficácia de meios alternativos à base de resíduos na cultura de diversos micro-organismos.

Outro aspecto relevante é a aplicabilidade pedagógica da técnica. O uso de meios de cultura de baixo custo e fácil preparo torna possível sua adoção em escolas públicas e instituições com poucos recursos, promovendo a democratização do ensino experimental em microbiologia. Além disso, a prática está alinhada às diretrizes da Educação Ambiental, ao propor o reaproveitamento de resíduos orgânicos e fomentar a consciência ecológica dos estudantes (BRASIL, 2018, ARAÚJO *et al.*, 2023).

Por fim, a técnica pode estimular a inovação didática, permitindo que professores elaborem aulas práticas com maior frequência e profundidade, reduzindo a dependência de insumos comerciais muitas vezes inacessíveis. A replicabilidade da metodologia e a possibilidade de adaptação a diferentes contextos tornam esta proposta uma ferramenta valiosa para o ensino de ciências e biotecnologia.

▪

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que a utilização de resíduos vegetais provenientes da atividade agrícola apresenta potencial promissor para a formulação de meios de cultura alternativos capazes de sustentar o crescimento de actinobactérias do gênero *Streptomyces* sp., bem como de fungos leveduriformes, como *Candida albicans* e *Candida parapsilosis*. Esses achados indicam que os meios de cultivo avaliados constituem uma alternativa viável aos meios convencionais, especialmente em contextos de baixo custo. Ademais, sua aplicação em atividades práticas de microbiologia no ensino básico, tanto em áreas urbanas quanto rurais, pode contribuir para a democratização do ensino experimental, favorecendo abordagens pedagógicas mais dinâmicas e contextualizadas das temáticas microbiológicas.

REFERÊNCIAS

- AKINYOSOYE, F.A *et al.* Utilization of agro-waste for the production of culture media for microbial growth. **Afr J Microbiol Res**, v. 9, n. 16, p. 1196–1202, 2015.
- ALVES, J.A. *et al.* Produção de biossurfactante por *Pseudomonas aeruginosa* utilizando resíduos de cacau (*Theobroma cacao* L.) e seu potencial na dispersão de óleo. **Biodivers Bras**, v. 15, n. 1, p. 1–12, 2025.
- ANDRADE, M.G.M.C. *et al.* Comparação entre meios de cultura para crescimento micelial do gênero *Fusarium*. **Rev Cienc Agric**, v. 22, p. 1-5, 2024.
- ARAÚJO, M.C. *et al.* Percepção acerca do ensino de microbiologia nos anos finais em escolas de educação básica. **Cuad Educ Desarro**, v. 15, n. 7, p. 5718–5738, 2023.
- ATLAS, R.M. **Handbook of microbiological media**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 16 de março de 2025.
- CARVALHO, C.D.P.F.; CAVALCANTI, F. O Novo Ensino Médio Paulista: velhas propostas de manutenção da dualidade estrutural e da precarização do ensino. **Educ Form**, v. 7, p. e7317, 2022.
- EL SHEIKHA, A.F.; RAY, R.C. Bioprocessing of horticultural wastes by solid-state fermentation into value-added/innovative bioproducts: a review. **Food Rev Int**, v. 39, n. 6, p. 3009–3065, 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mandioca e Fruticultura: cadeia produtiva e aproveitamento de resíduos**. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/mandioca-e-fruticultura/busca-de-noticias/-/noticia/101948397/embrapa-mandioca-e-fruticultura-doa-mais-de-uma-tonelada-de-residuos-reciclaveis-no-dia-do-meio-ambiente>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2025.

FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood: chemistry, ultrastructure, reactions**. Berlin: Walter de Gruyter, 1989.

FURTADO, M.M. *et al.* Desenvolvimento de meio de cultura alternativo a partir de resíduos orgânicos para cultivo de fungos. **Rev Verde**, v. 14, n. 1, p. 70–77, 2019.

KHAN, M.S. *et al.* Organic residues as substrates for microbial media development. In: ZAIDI, A.; KHAN, M.S. (ed) **Microbial strategies for vegetable production**. 1º ed. Alemanha: Springer, 2017.

KONEMAN, E.W. *et al.* **Diagnóstico microbiológico: texto e atlas colorido**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

LIMA, S.L.S. *et al.* Utilização de resíduos agroindustriais na formulação de meios de cultura alternativos. **Rev Bras Biocienc**, v. 18, n. 1, p. 66–74, 2020.

LINARES, M. *et al.* Service-learning, movies, and infectious diseases: implementation of an active educational program in microbiology as a tool for engagement in social justice. **Front Microbiol**, v. 12, p. 589401, 2021.

MIRANDA, M.H.; NADER-MACÍAS, M.E.F. Low-cost culture media designed for biomass production of beneficial lactic acid bacteria for their inclusion in a formula to treat bovine reproductive infections. **FEMS Microbiol Lett**, v. 370, p. 1-6, 2023.

MORESCO, T.R. *et al.* Ensino de microbiologia experimental para educação básica no contexto da formação continuada. **Rev Electron Enseñ Cienc**, v. 16, n. 3, p. 435–457, 2017.

MURER, M.D.C.R. *et al.* Concepções e tendências do ensino de microbiologia na educação brasileira. **Res Soc Dev**, v. 11, n. 15, p. e365111537349, 2022.

MURRAY, P.R. *et al.* **Microbiologia médica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021.

PAZ-ARTEAGA, S.L. *et al.* Bioprocessing of pineapple waste for sustainable production of bioactive compounds using solid-state fermentation. **Innov Food Sci Emerg Technol**, v. 85, p. 103313, 2023.

PELIZER, L.H. *et al.* Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. **J Technol Manag Innov**, v. 2, n. 1, p. 118–127, 2007.

POLETTI, M. *et al.* Thermal decomposition of wood: influence of wood components and cellulose crystallite size. **Bioresour Technol**, v. 109, p. 148–153, 2012.

RIBEIRO, E.C. *et al.* Optimisation of potato dextrose agar culture medium for actinobacteria growth. **Microorganisms**, v. 13, p. 654, 2025.

SANCHES, E.G. *et al.* Desenvolvimento de formulações tópicas à base de extrato vegetal com atividades leishmanicida. **Braz J Infect Dis**, v. 27, p. 103525, 2023.

SANTOS, D.C.P. *et al.* Potencial antimicrobiano de metabólitos secundários de *Streptomyces* sp. isolados de solo impactado. **Peer Rev**, v. 6, n. 5, p. 233–245, 2024.

SANTOS, F.P. *et al.* Use of products of vegetable origin and waste from hortofruticulture for alternative culture media. **Food Sci Technol**, v. 42, p. e00621, 2022.

SANTOS, P.M.C. *et al.* Microbiologia para o ensino médio e técnico: contribuição da extensão ao ensino e aplicação da ciência. **Rev Conexão UEPG**, v. 9, n. 2, p. 254–267, 2013.

SILVA, J.R. *et al.* Composição nutricional de resíduos vegetais e suas aplicações biotecnológicas. **Rev Agronegocio Meio Amb**, v. 14, n. 1, p. 221–236, 2021.

SILVA, Y.V. **Diagnóstico do potencial de indicações geográficas da abacaxicultura da região central do Tocantins.** (Dissertação) Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação. Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO. 2022

SINGH, R. *et al.* Utilisation of agro-industrial waste for sustainable green production: a review. **Env Sustain**, v. 4, n. 4, p. 619–636, 2021.

SOUSA FILHO, E.N. *et al.* Aproveitamento de resíduos orgânicos como fertilizante no cultivo vegetal. **Rev Delos**, v. 17, n. 62, p. e3328, 2024.

Recebido em: 9 de Maio de 2025

Avaliado em: 29 de Dezembro de 2025

Aceito em: 18 de Junho de 2026



**A autenticidade desse artigo
pode ser conferida no site
<https://periodicos.set.edu.br>**

1 Graduando em Farmácia, Universidade Ceuma-UNICEUMA, São Luís, MA, Brasil. ORCID: 0009-0001-3826-2749, Email: domendesjose@gmail.com.

2 Biomédica, Mestre em Meio Ambiente, Universidade Ceuma-UNICEUMA, São Luís, MA, Brasil. ORCID: 0009-0000-1031-6437, Email: alexyagm@gmail.com.

3 Biomédica, Mestre em Microbiologia, Universidade Ceuma-UNICEUMA, São Luís, MA, Brasil. ORCID: 0000-0003-4098-0448, Email: thalitarodrigues_@outlook.com.

4 Graduanda em Biomedicina, Universidade Ceuma-UNICEUMA, São Luís, MA, Brasil. ORCID: 0000-0002-7487-6342, Email: me-duardacoelhobiomed@gmail.com.

5 Bióloga, Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, Universidade Ceuma-UNICEUMA, São Luís, MA, Brasil. ORCID: 0000-0003-2138-0869, Email: nandacosttarosa@gmail.com.

6 Bióloga, Doutora em Biologia de Fungos, Universidade Ceuma-UNICEUMA, São Luís, MA, Brasil. ORCID: 0000-0003-2116-1797, Email: rita.miranda@ceuma.br.

Copyright (c) 2026 Revista Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente



Este trabalho está licenciado sob uma licença Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.