AVALIAÇÃO DAS CASCAS DE MELANCIA (*Citrullus lanatus*) COMO SUBSTRATO ALTERNATIVO NO CRESCIMENTO DE UM MICRORGANISMO RIZOSFÉRICO

[1]GALVÃO, I. L.; [2]SILVA, C. A. G da; [3]PEREIRA, J.C.G.; [4]SILVA, R. H. R. D. da; [5]GONÇALVES, L. C. T. C.; [6]SANTOS, S. F. de M.

[1, 2, 3] Graduação em Engenharia Química, CT/UFPB, João Pessoa, Brasil (E-mail: izabella.lins@academico.ufpb.br)
[4] Mestrado em Engenharia Química, CT/UFPB, João Pessoa, Brasil
[5] Dep. de Tecnologia Sucroalcooleira, CTDR, UFPB, João Pessoa, Brasil
[6] Dep. Engenharia Química, CT, UFPB, João Pessoa, Brasil

Resumo: O aumento da geração de resíduos sólidos agroindustriais tem impulsionado a busca por alternativas sustentáveis de reaproveitamento. Nesse contexto, a melancia destaca-se pelo elevado índice de desperdício, uma vez que grande parte de sua massa corresponde às cascas e sementes, frequentemente descartadas. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento de uma bactéria promotora de crescimento vegetal, denominada TB3, em meios de cultivo elaborados a partir de resíduos de melancia, visando analisar sua viabilidade como alternativa sustentável aos meios convencionais. O microrganismo utilizado foi isolado de solo do município de Bananeiras-PB e previamente identificado por apresentar características funcionais associadas à promoção do crescimento vegetal. As cascas de melancia foram processadas para obtenção de frações líquida e sólida, utilizadas na formulação de três meios de cultivo distintos. Durante os experimentos foram realizadas análises de sólidos solúveis totais, açúcares redutores totais e contagem de células viáveis, com o objetivo de acompanhar o crescimento microbiano e o consumo de substratos. Os resultados demonstraram redução dos açúcares e sólidos solúveis ao longo do cultivo, indicando metabolismo ativo da bactéria. Além disso, observou-se crescimento expressivo do microrganismo, principalmente no meio líquido diluído, quando comparado ao meio comercial Caldo nutriente evidenciando a capacidade dos resíduos de melancia em fornecer nutrientes adequados ao desenvolvimento bacteriano. No meio sólido também foi verificado crescimento visual significativo após 48 horas de incubação. Dessa forma, conclui-se que as cascas de melancia apresentam potencial para utilização como substrato em meios microbiológicos, contribuindo para o reaproveitamento de resíduos agroindustriais e para futuras aplicações na produção de bioinsumos sustentáveis.

Palavras-chave: Resíduos agroindustriais; Microrganismos promotores de crescimento vegetal; Casca de melancia.

1. INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos configura-se como um dos principais desafios contemporâneos, em função do aumento expressivo na geração de resíduos oriundos de múltiplas fontes. Os fatores associados a esse aumento são o crescimento populacional, a urbanização acelerada, a modernização dos modos de vida e os impactos decorrentes da intensificação das atividades sociais, econômicas e industriais (Dinis et al., 2025).

A melancia apresenta uma particularidade em relação a outras frutas, pois a fração comumente consumida, a polpa, diz respeito a uma parcela menor de sua massa total, isto é, grande parte do fruto é

composta por casca e sementes, o que resulta em elevados índices de descarte. (Silva et al., 2024).

A expressiva produção de melancia está associada a perdas significativas ao longo de diferentes etapas da cadeia produtiva, incluindo colheita, manuseio, transporte, distribuição e consumo doméstico. Ademais, como consequência, há a geração de grandes volumes de resíduos, os quais são frequentemente descartados em lixões e aterros sanitários. Entretanto, quando não expostos a agentes contaminantes, esses resíduos apresentam potencial para reaproveitamento (Filho et al., 2020).

A melancia situa-se entre as frutas mais cultivadas globalmente, contudo apresenta elevados índices de desperdício, estimados em cerca de 45%, principalmente em função de sua curta vida de prateleira e das exigências de mercado. Em 2023, a produção mundial atingiu aproximadamente 99,7 milhões de toneladas, das quais uma parcela significativa não é destinada ao consumo, resultando em perdas expressivas ao longo da cadeia produtiva. (Görgülü & Görgülü, 2025).

A superprodução e a queda nos preços também contribuem para o abandono de cargas no campo. No transporte e na logística, a manipulação inadequada e a ausência de proteção durante o escoamento resultam em danos mecânicos que aceleram a deterioração. Problemas logísticos podem ainda ocasionar o acúmulo e descarte de grandes volumes do fruto, o que agrava impactos ambientais, uma vez que a decomposição da melancia em aterros gera emissões de metano, um potente gás de efeito estufa. (Embrapa, 2018)

Dentre as alternativas sustentáveis, destacam-se as bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP), apresentando uma das tecnologias mais promissoras para alcançar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Elas proporcionam benefícios como o estímulo do crescimento da parte aérea e das raizes das plantas e o fortalecimento da proteção enzimática contra estresses bióticos e abióticos. (PORTO et al., 2022)

Destarte, partindo do pressuposto supracitado, torna-se evidente a necessidade de desenvolver alternativas sustentáveis que visam o reaproveitamento desses resíduos agroindustriais, agregando valor a materiais que, de outra forma, seriam descartados. Nesse contexto, este estudo propõe avaliar o crescimento e desenvolvimento de um microrganismo promotor de crescimento vegetal em meios elaborados a partir de subprodutos da melancia, nas formas sólida e líquida, investigando sua viabilidade como alternativa sustentável aos meios de cultivo convencionais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Isolamento e manutenção

Ressalta-se que todos os microrganismos citados no presente trabalho foram isolados de uma amostra do solo do Tamboril (*Enterolobium contortisiliquum)*, essa coletada em 10 de janeiro de 2022, no município de Bananeiras-PB, (6° 44 '03.8 ``S 35° 40' 27.1 ``W), às 9 horas da manhã. O microrganismo denominado “TB3” utilizado neste estudo foram isolados de acordo com a metodologia proposta por KHAN (2017).

Para sua manutenção em laboratório, o microrganismo foi submetido a repiques em meio ágar nutriente, no qual havia sido inicialmente isolado.

O isolamento foi realizado por alunos em pesquisas acadêmicas desenvolvidas no ano de 2022, vinculadas ao Laboratório de Bioengenharia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Ademais, análises realizadas nesse laboratório, no ano de 2025, também no âmbito de pesquisas acadêmicas, permitiram identificar a bactéria TB3 como um microrganismo promotor de crescimento vegetal, a partir da avaliação de características funcionais como produção de ácido indol-3-acético (AIA), solubilização de fosfatos e capacidade de fixação de nitrogênio.

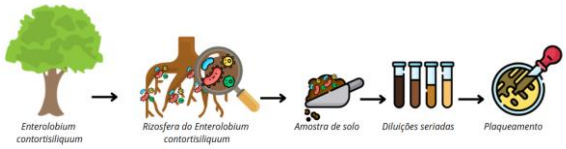


Figura 1. Fluxograma do isolamento.

2.2. Matéria prima

A melancia utilizada no estudo foi adquirida em feira livre na cidade de João Pessoa, Paraíba. Após a aquisição, o fruto foi previamente higienizado, cortado e mantido aberto sob refrigeração em geladeira doméstica por um período de três dias, até o momento de sua utilização nas análises.

Inicialmente a polpa da melancia foi separada das cascas, sendo estas posteriormente raladas com o auxílio de um ralador doméstico. Em seguida, o material obtido foi transferido para um liquidificador residencial, no qual foram adicionados 100 mL de água filtrada para cada 150 g de cascas. Após a trituração, a mistura resultante foi submetida à filtração em peneira com abertura entre 0,8 e 1,5 mm, com o objetivo de reter as partículas sólidas.

A fração sólida das cascas que não foi convertida em suco foi separada e destinada à utilização como meio sólido de cultivo. Já a fração

líquida obtida foi caracterizada por meio de análises de pH, açúcares redutores totais e sólidos solúveis totais (°Brix).



Figura 2. Fluxograma da obtenção dos resíduos.

O pH foi determinado 7 utilizando um pHmetro de bancada, enquanto os sólidos solúveis totais foram medidos com auxílio de um refratômetro de bancada.

Para a determinação da concentração de açúcares redutores totais (INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2008) foi empregado o método do ácido 3,5 dinitrossalicílico (DNS). Para isso, no início e ao final de cada cultivo foram coletados 1 mL de amostra, aos quais se adicionou 1 mL de ácido clorídrico 2N. A mistura foi aquecida em banho-maria a 100 °C por 5 minutos e posteriormente resfriada em banho de gelo. Após o resfriamento, foram adicionados 2 mL de hidróxido de sódio 2N. Dessa solução final, retiraram-se 0,5 mL, que foram misturados a 0,5 mL do reagente DNS, sendo novamente submetidos ao aquecimento em banho-maria por 5 minutos, seguido de resfriamento. Em seguida, adicionaram-se 4 mL de água destilada, e a absorbância foi medida a 540 nm.

O branco foi preparado utilizando água destilada no lugar da amostra do meio, e a conversão dos valores de absorbância em concentração foi realizada por meio da curva analítica apresentada na Equação 1. Para a análise de açúcares redutores, utilizou-se a mesma metodologia, iniciando-se na etapa em que 0,5 mL da amostra, previamente ajustada para 0,1 °Brix, foram misturados com 0,5 mL do reagente DNS.

$$y(mg/mL) = (1{,}4826 x Absorbância + 0{,}0116) x diluição \quad (1)$$

2.3. Meios formulados

De modo geral, a partir das cascas de melancia foram obtidos três tipos distintos de meios de cultivo, os quais continham:

(I) 120 mL da fração líquida gerada, com adição de 0,1 g de extrato de levedura e ajuste de pH com NaOH 10% para faixa neutra;

(II) 60 mL da fração líquida gerada com acréscimo de 60 mL de água destilada, com adição de 0,1 g de extrato de levedura e ajuste de pH com NaOH 10% para faixa neutra;

(III) 50 g da fração sólida úmida gerada, com pH inicial ácido situado na faixa 5,0-5,5.

Todos os meios passaram por processos de esterilização à 100 ºC durante 5 minutos, em autoclave com válvula aberta para que os açúcares presentes não fossem prejudicados.

2.4. Condições experimentais

O experimento manteve-se durante 33 horas para o meio comercial e para os meios produzidos a partir do suco da polpa da melancia, enquanto os meios contendo cascas de melancia em sua composição foram conduzidos por 48 horas.

Antes de inocular a TB3, foi realizado um pré-inóculo com tempo de incubação de 24 h, em condições de 180 rpm, 27 ºC e meio comercial caldo nutriente. A quantidade de caldo com bactéria ativa adicionada a cada cultivo foi de 12 mL para os meios líquidos e 5 mL para o meio sólido.

Os meios líquidos foram incubados em incubadora shaker a 27 ºC e 180 rpm, garantindo adequada aeração e homogeneização do cultivo. Já o meio contendo cascas de melancia permaneceu em incubadora sem agitação, sob a mesma temperatura, em função da presença de partículas sólidas no meio.

2.5. Controle cinético

Foram realizadas análises de contagem de células viáveis, açúcares redutores totais (ART) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2008) e sólidos solúveis totais (SST).

A contagem de células viáveis (MILES, 1938) foi utilizada para determinar o crescimento microbiano ao longo do cultivo, enquanto a biomassa seca foi empregada para quantificar a produção total de biomassa ao final do processo.

As análises de ART (INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2008) e SST foram realizadas com o objetivo de avaliar a presença de açúcares e compostos solúveis liberados a partir da degradação da matéria vegetal presente nas cascas. Os sólidos solúveis totais foram medidos em refratômetro de bancada.

Para fins comparativos, também foi realizado um cultivo utilizando caldo nutriente comercial, preparado de acordo com as instruções do fabricante e incubado sob as mesmas condições aplicadas aos meios alternativos desenvolvidos neste estudo. O meio comercial apresentava pH próximo à neutralidade, conforme especificações do fabricante. Entretanto, não foram realizadas análises de açúcares redutores totais (ART) e sólidos solúveis totais, uma vez que a composição nutricional desse meio já é previamente definida na literatura. Assim, a contagem de células viáveis constituiu o único parâmetro analisado para fins comparativos entre o meio comercial e os meios elaborados a partir das cascas de melancia.

Tabela 1. Composição do Caldo nutriente.

Parâmetros	Fórmula em g/L
Peptona de gelatina	5
Extrato de carne	3
PH final	6,8 ± 0,2 a 25°C

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Manutenção do microrganismo

O microrganismo demonstrou capacidade de sobrevivência em condições controladas de laboratório, indicando potencial resistência a variações ambientais. Atualmente, encontra-se em processo de identificação pelo Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR) da Universidade Federal da Paraíba, onde estão sendo realizadas análises para determinar suas características e possível classificação taxonômica e mantém suas características de microrganismo promotor de crescimento vegetal.



Figura 3. Aspecto visual do microrganismo utilizado.

3.2 Meios formulados

Na figura 4 estão os meios (I), (II) e (III) antes da inoculação bacteriana.

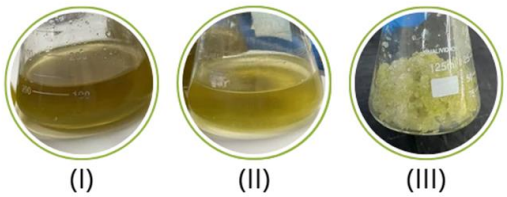


Figura 4. Aspecto visual dos meios à base de casca de melancia.

3.3. Controle cinético

Com base na metodologia adotada, são apresentados a seguir os resultados referentes às análises de sólidos solúveis totais (°Brix) e de açúcares redutores totais.

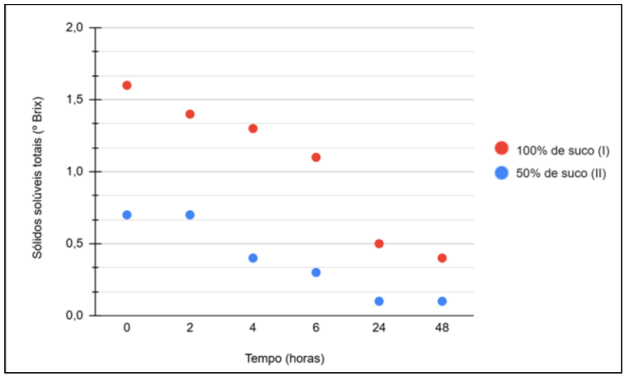


Figura 5. Variação dos sólidos solúveis totais com o tempo

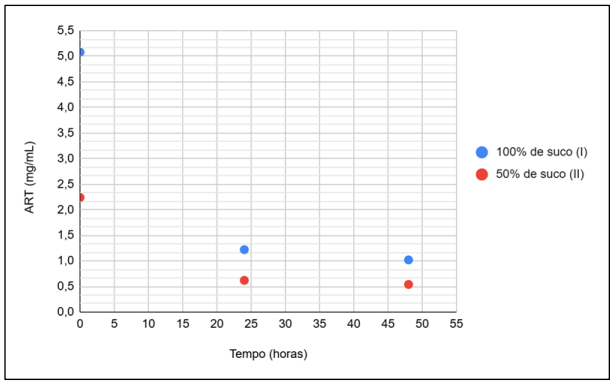


Figura 6. Variação dos açúcares redutores totais com o tempo.

A redução simultânea dos valores de °Brix e açúcares redutores totais indica que os carboidratos presentes no meio foram utilizados como fonte de carbono e energia para manutenção celular e multiplicação bacteriana. Esse comportamento é frequentemente observado em processos fermentativos, nos quais os microrganismos convertem compostos orgânicos solúveis em biomassa e metabólitos secundários.

Além da redução dos sólidos solúveis totais e dos açúcares redutores, observou-se que o consumo desses compostos ocorreu de maneira mais intensa nas primeiras 24 horas de cultivo, indicando elevada atividade metabólica inicial da bactéria TB3. Esse comportamento sugere que o meio à base de casca de melancia forneceu nutrientes prontamente assimiláveis, favorecendo o rápido desenvolvimento microbiano no início do processo fermentativo.

Esse comportamento é corroborado pelos resultados de contagem celular obtidos por meio de diluições seriadas, apresentados a seguir.

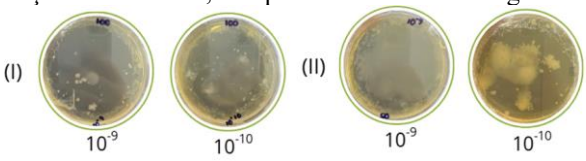


Figura 7. Contagem em placa de petri para os meios (I) e (II).

Os resultados obtidos demonstram que a diluição do meio influenciou positivamente o crescimento bacteriano. O cultivo (II), contendo 50% da fração líquida da casca de melancia, apresentou crescimento mais expressivo quando comparado ao cultivo (I). Esse comportamento pode estar associado à menor concentração de compostos presentes no meio, reduzindo possíveis efeitos inibitórios ocasionados pelo excesso de açúcares, sólidos suspensos ou outros metabólitos oriundos da casca da melancia.

A elevada formação de colônias nas placas provenientes dos meios líquidos evidencia que a bactéria TB3 apresentou boa adaptação aos substratos alternativos utilizados no estudo. A impossibilidade de contagem em algumas diluições, devido ao crescimento excessivo, reforça o potencial nutricional dos resíduos de melancia para o desenvolvimento microbiano, demonstrando que o substrato foi capaz de sustentar altas densidades celulares.

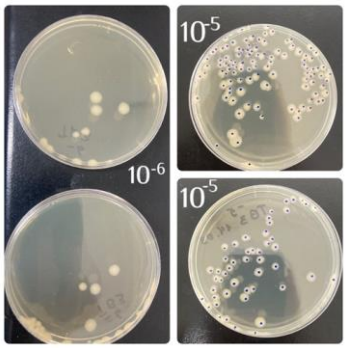


Figura 8. Contagem em placa de petri para o meio comercial

O microrganismo demonstrou capacidade de desenvolvimento satisfatória nas condições avaliadas, sendo possível observar crescimento celular e contagem de colônias até a diluição máxima de 10^{-6}, a partir da qual ainda foi viável a quantificação microbiológica. Em contraste, no meio alternativo formulado com cascas de melancia a 50% de diluição, observou-se um crescimento significativamente mais intenso, a ponto de a diluição de 10^{-10} ainda se mostrar insuficiente para a contabilização adequada das colônias, indicando elevada densidade celular e possível maior disponibilidade de nutrientes nesse meio em comparação ao meio de referência.

No meio sólido contendo a fração fibrosa da casca, observou-se crescimento visual progressivo ao longo das 48 horas de incubação. Esse resultado indica que a bactéria também foi capaz de utilizar componentes estruturais presentes no material vegetal, sugerindo potencial degradação parcial da matéria orgânica. Além disso, a presença de umidade residual e nutrientes naturalmente presentes na casca provavelmente favoreceram a manutenção do crescimento microbiano nesse sistema.

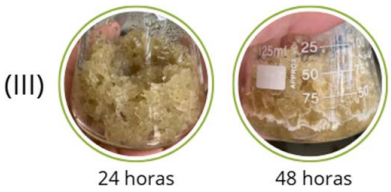


Figura 9. Aspecto visual do meio (III).

Observou-se que o cultivo (II) apresentou desempenho superior quanto ao crescimento microbiano

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam o potencial biotecnológico dos resíduos de melancia como substrato alternativo para formulação de meios microbiológicos de baixo custo. Dessa forma, além de contribuir para a redução do descarte inadequado de resíduos agroindustriais, a utilização desses subprodutos pode representar uma estratégia sustentável para futuras aplicações na produção de biofertilizantes e bioinsumos agrícolas.

Além do potencial nutricional apresentado pelos resíduos de melancia, destaca-se que os meios formulados neste estudo demandaram menor utilização de água destilada quando comparados aos meios microbiológicos convencionais, os quais normalmente requerem grandes volumes desse recurso em sua preparação.

No presente trabalho, parte significativa do meio foi composta pela própria fração líquida obtida das cascas da melancia, sendo necessária apenas pequena adição de água destilada em uma das formulações. Dessa forma, além do reaproveitamento de resíduos agroindustriais, a metodologia proposta também contribui para a redução do consumo hídrico no preparo de meios de cultivo, agregando maior sustentabilidade ao processo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Paraíba (UFPB), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Laboratório de Bioengenharia da UFPB (LaBio) e ao Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR), pelo suporte institucional e estrutural fornecido para a realização deste trabalho. À Prof.ª Dra. Sharline Florentino de Melo Santos, pela orientação, apoio e

contribuição científica ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

DINIS, Calton João et al. Produção de biocarvão a partir de resíduos de casca de banana e melancia: um estudo sobre carbonização hidrotérmica e pirólise assistida por micro-ondas. 2025.

EMBRAPA. Cultura da melancia: manejo pós-colheita. In: LIMA, M. F. (Ed.). Cultura da melancia. Brasília: Embrapa, 2018. Cap. 12.

FILHO, Antonio Carlos Pereira de Menezes et al. Farinhas, Pectinas e Filmes Biodegradáveis obtidos de Resíduos de Melancia: Propriedades Físico-químicas, Tecnológica, Bioativas, Degradabilidade e Morfológica. 2020.

Gorgulu, Ahmet & Gorgulu, Yasin Furkan. (2025). Production of Sustainable Food Ingredients From Watermelon Wastes Using Drum-Drying. Journal of Food Process Engineering. 48. 10.1111/jfpe.70040.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico químicos para análises de alimentos. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020 p.

KHAN, Hassan Ahmed; YOUSAF, Anam; YOUNAS, Tayyaba. Isolation of plant growth promoting bacteria from the rhizosphere of different plants and assessment of their plant growth promotion potential. Pakistan BioMedical Journal, v. 3, n. 1, 2017. DOI: https://doi.org/10.52229/pbmj.v3i1.5.

PORTO, E. M. V.; AMARO, H. T. R.; ALVES, D. D.; ANDRADE, W. R.; RUFINO, L. D. A.; GOMES, V. M. (2022). O capim Andropogon. Informe agropecuário, Belo horizonte, 43(317), 26-36

SILVA, Débora Magalhães de Souza et al. DOCE DA CASCA DE MELANCIA: APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS. Boletim Técnico IFTM, v. 10, n. único, 2024.