

PRODUÇÃO DE LIPÍDIOS MICROBIANOS A PARTIR DAS RAMAS DE BATATA-DOCE PARA APLICAÇÃO EM ALIMENTOS E BICOMBUSTÍVEIS.

PRODUCTION OF MICROBIAL LIPIDS FROM SWEET POTATO BRANCHES FOR APPLICATION IN FOOD AND BICOMBUSTIBLES.

PRODUCCIÓN DE LIPÍDIO MICROBIANO A PARTIR DE RAMAS DE BATATA DULCE PARA SU APLICACIÓN EN ALIMENTOS Y BIOCOMBUSTIBLES.

Thais Feitosa da Silva

Graduanda em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Tocantins (UFT).
E-mail: thais.feitosa@mail.uft.edu.br | [Orcid.org/0009-0009-9020-4245](https://orcid.org/0009-0009-9020-4245)

Marciel Brito de Oliveira Silva

Graduando em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Tocantins (UFT).
E-mail: marciel.oliveira@mail.uft.edu.br | [Orcid.org/0009-0003-6432-1073](https://orcid.org/0009-0003-6432-1073)

Gabriela Eustáquio Lacerda

Mestra em Ciências da Saúde pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). E-mail:
gabrielaeustaquio@uft.edu.br | [Orcid.org/0000-0001-6393-9304](https://orcid.org/0000-0001-6393-9304)

Sergio Andres Villalba de Morales

Doutorado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). E-mail: sergio.morales@mail.uft.edu.br | [Orcid.org/0000-0002-2513-8490](https://orcid.org/0000-0002-2513-8490)

Michelle da Cunha Abreu Xavier

Doutorado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). E-mail: michellecax@mail.uft.edu.br | [Orcid.org/0000-0003-3564-600](https://orcid.org/0000-0003-3564-600)

RESUMO:

Os lipídios microbianos são óleos que têm composições semelhantes à de óleos vegetais, produzidos a partir de microrganismos como leveduras, fungos, bactérias, que possuem a capacidade de acumular grandes quantidades de gordura em suas células, especialmente na forma de triacilgliceróis. Desta forma, o presente trabalho visou a produção de lipídio microbiano a partir das ramas de batata doce para aplicação em alimentos e biocombustíveis. Para isso, foi realizada a hidrólise ácida das ramas de batata doce com ácido sulfúrico a 2,5% (m/v), carga de sólidos de 22% (m/m), a 121 °C por 30 min para a obtenção do hidrolisado das ramas de batata doce rico em carboidratos. A fermentação foi realizada a 28 °C, 200 rpm, por 120 h em incubadora orbital shaker, e a extração dos lipídios e a quantificação gravimétrica pelo método BLIGH-DYER, (1959). A quantidade de açúcares (glicose, xilose, celobiose e arabinose) obtidas da hidrólise ácida foi de 11,68 g/L, 6,24 g/L, 1,20 g/L e 0,463 g/L respectivamente. A *L. starkeyi* fermentou o meio atingindo um total de 20,91 g/L de biomassa celular final e 15,88% de lipídio. Assim, as ramas da batata-doce apresentam potencial para sua utilização como fonte de carbono para a produção de lipídios.

KEY WORDS: Lipídio microbiano, ramas da batata-doce, *L. starkeyi*

RESUMO:

Microbial lipids are oils that have compositions similar to vegetable oils, produced from microorganisms such as yeasts, fungi, bacteria, which have the ability to accumulate large amounts of fat in their cells, especially in the form of triacylglycerols. Thus, the present work aimed at the production of microbial lipid from sweet potato branches for application in food and biofuels. For this, the acid hydrolysis of sweet potato branches with sulfuric acid at 2.5% (m/v), 22% solids load (m/m) was performed at 121 °C for 30 min to obtain the hydrolyzed sweet potato branches rich in carbohydrates. Fermentation was carried out at 28 °C, 200 rpm, for 120 h in orbital shaker incubator, and lipid extraction and gravimetric quantification by the BLIGH-DYER method (1959). The amount of sugars (glucose, xylose, cellobiose and arabinose) obtained from acid hydrolysis was 11.68 g/L, 6.24 g/L, 1.20 g/L and 0.463 g/L respectively. *L. starkeyi* fermented the medium reaching a total of 20.91 g/L of final cell biomass and 15.88% lipid. Thus, the sweet potato branches have potential for their use as a source of carbon for lipid production.

KEYWORDS: at least three words

RESUMEN:

Los lípidos microbianos son aceites que tienen composiciones similares a las de los aceites vegetales, producidos a partir de microorganismos como levaduras, hongos, bacterias, que poseen la capacidad de acumular grandes cantidades de grasa en sus células, especialmente en forma de triacilgliceroles. De esta manera, el presente trabajo se ha dirigido a la producción de lípido microbiano a partir de las ramas de batata para su aplicación en alimentos y biocombustibles. Para ello se realizó la hidrólisis ácida de las ramas de batata con ácido sulfúrico al 2,5% (m/v), carga de sólidos del 22% (m/m), a 121 °C por 30 min para obtener el hidrolizado de las ramas de batata ricos en carbohidratos. La fermentación se realizó a 28 °C, 200 rpm, durante 120 h en incubadora orbital shaker, y la extracción de los lípidos y la cuantificación gravimétrica por el método BLIGH-DYER, (1959). La cantidad de azúcares (glucosa, xilosa, celobiosa y arabinosa) obtenidos de la hidrólisis ácida fue de 11,68 g/L, 6,24 g/L, 1,20 g/L y 0,463 g/L respectivamente. *L. starkeyi* fermentó el medio alcanzando un total de 20,91 g/L de biomasa celular final y 15,88% de lípido. Así, las ramas de la batata presentan potencial para su utilización como fuente de carbono para la producción de lípidos.

Palabras clave: *Lípido microbiano, ramas de batata, *Lipomyces starkeyi**

INTRODUÇÃO

Os lipídios microbianos vêm se apresentando como uma matéria-prima alternativa aos óleos vegetais, devido às suas diversas composições e características de interesse industrial, que permitem uma ampla gama de aplicações incluindo alimentos, biocombustíveis, biopolímeros, indústria química, farmacêutica, cosmética, etc. (BHARATHIRAJA *et al.*, 2017). Com a crescente preocupação com as mudanças climáticas, o aumento populacional, a escassez de alimentos, a diminuição das reservas de petróleo e o impacto ambiental causado pelos combustíveis fósseis tem elevado a busca por fontes alternativas de lipídios para atender às nossas necessidades alimentares e energéticas. Além das tradicionais fontes de lipídios, como plantas animais e fontes marinhas, existem muitos microrganismos, como bactérias, leveduras e fungos, que podem produzir uma ampla variedade de lipídios com aplicação como aditivos alimentares e nutracêuticos, produção de óleos e gorduras especiais e na produção de biocombustível, como o biodiesel (GHAZANI; MARANGONI, 2022, PATEL *et al.*, 2020).

Os óleos microbianos apresentam um perfil de ácidos graxos semelhante ao de óleos vegetais, com presença significativa de ácidos graxos essenciais, ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs, sigla do inglês), que não podem ser sintetizados por mamíferos, e, portanto, devem ser obtidos de outras fontes (BÉLIGON *et al.*, 2016). É fundamental incluir os PUFAs, naturalmente presentes no leite humano, em fórmulas infantis para garantir o desenvolvimento adequado dos bebês. Além disso, a composição dos PUFAs pode ser utilizada como suplementos alimentares, pois apresentam em sua composição familiar de óleos ômega que são importantes no desenvolvimento de tecidos de memória neural e função ocular de recém-nascidos (GHAZANI; MARANGONI, 2022). Os PUFAs de lipídios microbianos apresentam-se como uma matéria-prima mais saudável em relação ao extraído tradicionalmente de peixe, uma vez que não apresentariam riscos em relação à presença de poluentes ambientais, como dioxinas e metais pesados, que podem ser absorvidos pelos peixes (BÉLIGON *et al.*, 2016).

Os SCO possibilitam a síntese de lipídios específicos de alto valor agregado, tais como óleos contendo ácidos graxos mono-insaturados e PUFAs, como equivalente da manteiga de cacau, gorduras exóticas e biossurfactantes (PATEL *et al.*, 2020) com potencial de aplicação na gastronomia como ingredientes para aprimorar sabor, texturas e qualidade dos alimentos e na confeitaria como emulsificante, umectante, redutor de viscosidade e tensão superficial, entre outros (SILVA *et al.*, 2018). Assim,

esses óleos microbianos podem se tornar uma fonte significativa de alimentos no futuro (GHAZANI; MARANGONI, 2022).

Os biocombustíveis, como o biodiesel, têm recebido grande atenção devido às suas características renováveis, biodegradabilidade e menores emissões de CO₂ e enxofre (KUAN *et al.*, 2018). Contudo, o biodiesel é derivado de óleos vegetais e/ou gorduras animais, sendo a maioria destes óleos comestíveis (colza, girassol, palma e óleo de soja) o que pode colocar em risco o suprimento mundial de alimentos e o alto custo das matérias-primas torna o biodiesel incapaz de competir comercialmente com o petrodiesel. Apesar do desenvolvimento da produção do biodiesel de segunda geração, a partir de óleos não comestíveis (*Jatropha*, *Jojoba*) e resíduos de óleos de cozinha, provavelmente o fornecimento destes óleos não comestíveis não atenderá à demanda global por biodiesel (KUAN *et al.*, 2018). Os óleos microbianos, nomeados Single Cell Oil (SCO), são considerados candidatos promissores para a produção de alimentos e biodiesel (terceira geração), pois sua composição de ácidos graxos é semelhante à de óleos vegetais, não competem com os alimentos e terras aráveis, independência de sazonalidade, apresentam tempo de vida mais curto e não apresentam limitação de fornecimento (AL-OBEIDI; ALI; ALRAWI, 2024).

A levedura *Lipomyces starkeyi* é um microrganismo oleaginoso onde o acúmulo de lipídios pode chegar a 70% e pode aumentar quando na condição de estresse favorável para o mesmo. Pertencente à família *Lipomycetaceae*, é amplamente estudada devido ao seu grande potencial de síntese de lipídios, podendo também assimilar uma ampla gama de matérias-primas, como sacarose, glicose, xilose, hidrolisados de biomassas lignocelulósicas, melaço, entre outros (JACOB; MATHEW, 2023; ZHANG *et al.*, 2022; XAVIER *et al.*, 2017), além de apresentar certa tolerância à presença de inibidores como o furfural e 5-hidroximetilfurfural. Apesar dos lipídios microbianos apresentarem grande potencial como matéria-prima para a produção de alimentos e biocombustíveis, o alto custo do meio de cultivo, principalmente devido às fontes de carbono convencionais, como a glicose e sacarose (R\$25,00), torna os óleos microbianos menos competitivos economicamente (HUANG *et al.*, 2012; CUELLAR *et al.*, 2013). Todavia, o uso de subprodutos agroindustriais como o bagaço e palha da cana-de-açúcar e resíduos de alimentos constituem fontes de carbono baratas, abundantes e renováveis com potencial de utilização na produção de diversos produtos químicos como SCO (SRIPHUTTHA *et al.*, 2023).

Com a crescente produção de alimentos, o agronegócio é apontado como um dos principais geradores de resíduos responsáveis por problemas ambientais, visto que ao longo de sua cadeia produtiva em todo o mundo, produzem milhões de toneladas de resíduos provenientes do processamento de matérias-primas de origem agropecuária, com destaque para vegetais em geral (OLIVEIRA; PALDOLFI, 2020; BARBOSA; CONCEIÇÃO, 2016), como, por exemplo, a batata-doce. O seu uso se restringe em grande parte à alimentação humana, havendo desuso e descarte das ramas e tubérculos não comerciáveis ou impróprios ao consumo humano ou animal (CAPINUS *et al.*, 2018). Por possuir um alto teor de proteína bruta as ramas da batata-doce são utilizadas na alimentação animal na sua forma fresca ou como silagem (PEREIRA *et al.*, 2021; COSTA, 2015). No entanto, este uso é limitado sendo a maior parte das ramas descartadas como resíduo (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2012). As ramas constituem um material lignocelulósico contendo cerca de 46,5% de celulose, 19,3% hemicelulose e 19,2% lignina (DOMINICES, 2017) apresentando potencial de utilização como matéria-prima na obtenção de diversos produtos de valor agregado, como os lipídios microbianos, além de encontrar formas sustentáveis e inovadoras para lidar com resíduos gerados pelas agroindústrias, incluindo o aproveitamento de subprodutos para evitar o desperdício e reduzir o impacto ambiental. Neste contexto, o presente projeto de pesquisa teve como objetivo avaliar a utilização de biomassa lignocelulósica das ramas da batata-doce como matéria-prima para a produção de lipídio microbiano com potencial de aplicação nas indústrias de alimentos e de biocombustíveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

PREPARO E PRÉ TRATAMENTO DA MATÉRIA PRIMA

As ramas de batata-doce utilizadas neste estudo foram provenientes do Centro Tecnológico Agroindustrial e Ambiental da Universidade Federal do Tocantins, no Campus de Palmas (Palmas - Tocantins, Brasil). A cultivar industrial utilizadas neste trabalho foi a cultivar ‘Duda’ com colheita manual realizada em dezembro/2023. As ramas foram higienizadas a fim de retirar a terra residual e, em seguida, foram secas em uma estufa de circulação e renovação de ar (TE-394/3) por 48 h a 60 °C. Após isso, as ramas foram trituradas manualmente e armazenadas a temperatura ambiente até a sua utilização. O teor de umidade das ramas foi determinado por meio de medidor de umidade por infravermelho (marca: BEL).

As ramas foram tratadas quimicamente utilizando ácido sulfúrico 2,5% (m/v), carga de sólidos de 22% (m/m), a 121 °C por 30 min em frasco tipo Schott de 500 mL. Após o pré-tratamento, o material foi peneirado utilizando uma peneira de 450 mesh a fim de separar o licor da torta. O hidrolisado das ramas de bata-doce (HR) foi congelado a -22 °C até a sua utilização.

PREPARO DO PRÉ INÓCULO E INÓCULO DO MICRORGANISMO

No processo de reativação da levedura *Lipomyces starkeyi*, foi coletado com uma alça uma colônia do microrganismo e inoculado em meio de cultura YM composto por 3 g/L de extrato de levedura, 3g/L de extrato de malte, 5 g/L de peptona de soja e 10 g/L de glicose, este foi colocado em um shaker (Modelo: TE-4200, Marca: TECNAL) a 28 °C, 200 rpm. Foram feitas transferências consecutivas para um novo meio de cultura YM até que a viabilidade da levedura aumentasse. No preparo do pré-inóculo a levedura foi cultivada em meio YM por 72h a 28 °C, 200 rpm. O inóculo foi preparado pela transferência de 10% do pré-inóculo para o meio sintético YM a 28 °C, 200 rpm durante 24h.

FERMENTAÇÃO

Na etapa da fermentação, 10% do inóculo foi transferido assepticamente para o meio C/N=50 contendo 20 g/L glicose, 0,66 extrato de levedura, 0,45 g/L (NH₄)₂SO₄; 3,5 g/L KH₂PO₄; 1 g/L Na₂HPO₄; 0,4 g/L MgSO₄.7H₂O; 0,04 g/L CaCl₂.2H₂O; 0,008 g/L ZnSO₄.7H₂O; 0,001 g/L CuSO₄.5H₂O; 0,001 g/L CoCl₂.6H₂O; 0,001 g/L (NH₄)₂MoO₇; 0,005 g/L MnSO₄.H₂O e pH 5,5. As culturas foram incubadas a 28 °C, 200 rpm, pH 5,5.

O hidrolisado das ramas (HR) de batata-doce foi utilizado como meio de cultivo para a produção de lipídios pela levedura *L. starkeyi*. O HR foi inoculado pela transferência de 10% do inóculo e a fermentação ocorreu a 28 °C, 200 rpm, por 120 h em incubadora orbital shaker. As amostras foram retiradas em intervalos de tempo pré-determinados, centrifugadas a 3600 rpm (Marca: FANEM, Modelo: 206 BL) durante 5 minutos e o sobrenadante foi congelado a -22 °C até a determinação de açúcares e nitrogênio amoniacal.

DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA MICROBIANA

A determinação da biomassa microbiana foi realizada pelo método gravimétrico das amostras centrifugadas a 3600 rpm por 5 minutos, lavadas com água destilada 3 vezes, e secas em estufa (Marca: Nova Ética, Modelo: 402/311) a 60 °C por 24 h até obtenção do peso constante. Durante a fermentação o crescimento celular foi acompanhado pela determinação da absorbância utilizando um espectrofotômetro (Modelo: UV-5100 UV-VIS SPECTROPHOTOMETER, Marca: METASH) no comprimento de onda de 600 nm e correlacionada com a curva padrão de biomassa para cada meio de cultivo utilizado. A água destilada e o meio HR foram utilizados como branco para a fermentação em meio sintético e meio HR, respectivamente.

DETERMINAÇÃO DE CARBOIDRATOS

As concentrações dos carboidratos foram determinadas usando um cromatógrafo líquido de alta eficiência (HPLC), Marca Shimadzu (LC-10Series Avp), coluna Phenomenex Rezex ROA-OrganicAcid H+ (300 x 7,8 mm) e detector de índice de refração (IR) (Shimadzu, modelo RID-10A).

DETERMINAÇÃO DE LIPÍDIOS

Previamente à extração de lipídios (figura 4), foi realizada mediante o rompimento das células de leveduras por meio de um tratamento ácido com HCl 2M a 80°C por 1h (ANSCHAU *et al.*, 2014). Os lipídios foram extraídos e quantificados gravimetricamente pelo método BLIGH-DYER, (1959) modificado por MANIRAKIZA *et al.*, (2001), utilizando o metanol e clorofórmio como solventes.

DETERMINAÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIACAL

Para a determinação do nitrogênio amoniacal foi feita uma solução A com 10 g/L de fenol e 0,01g/L de nitroprussiato de sódio e uma solução B com 7,14 g/200mL de fosfato básico de sódio, 1,2 g/200mL de hidróxido de sódio e adicionar 2 mL de hipoclorito de sódio grau técnico. As amostras foram diluídas e 0,1 mL delas foram misturadas com 2mL da solução A e 2 mL da solução B, após isso, a solução foi agitada utilizando um vortex (Marca: VISION SCIENTIFIC CO, Modelo: KMC-1300V) e incubadas a 37 °C por 30 min. As leituras das mesmas foram feitas utilizando um espectrofotômetro (Modelo: UV-5100 UV-VIS SPECTROPHOTOMETER, Marca: METASH) no comprimento de onda de 630 nm.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

PRÉ TRATAMENTO DA MATÉRIA PRIMA

Na tabela 1, é apresentado a obtenção do hidrolisado da rama de batata doce rico em celobiose, glicose, xilose e arabinose, este foram obtidos a partir da hidrólise ácida (figura 1). Estes açúcares serão utilizados como principal fonte de carbono no processo fermentativo da levedura *L. starkeyi*. DOMINICES, 2017 obteve o hidrolisado das ramas de batata doce com 57 g/L glicose, 2,7 celobiose, 22 g/L xilose e 8,5 g/L arabinose, sob as mesmas condições de pré-tratamento. A diferença da concentração de açúcares com o trabalho da DOMINICES, 2017 pode ser consequência da utilização de outro lote de ramas da batata-doce que pode ter sofrido alterações ao longo do tempo devido à mudanças climáticas, à estação do tempo em que foram colhidas, bem como a necessidade de ajustes no desenvolvimento do processo de hidrólise que promovam melhora na quebra das ligações dos polímeros complexos presentes nas células vegetais, e desta forma, aumente o rendimento da hidrólise liberando maiores quantidades de açúcares fermentescíveis.

Tabela 1. Composição de Açúcares do hidrolisado das ramas de batata-doce

Carboidratos	Concentração (g/L)
Celobiose	1,208 ± 0,107
Glicose	11,687 ± 0,737
Xilose	6,242 ± 0,495
Arabinose	0,463 ± 0,064



Figura 1. (A) Frasco com o hidrolisado das ramas de batata doce (HR) tratado quimicamente; (B) Separação da torta do licor do hidrolisado das ramas de batata doce (HR).

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

FERMENTAÇÃO

Na fermentação do meio hidrolisado das ramas de batata doce (HR) com o C/N=50, a levedura *Lipomyces starkeyi* não apresentou fase lag, consumindo instantaneamente os açúcares presentes no meio. Observando a figura 1, é possível notar que a cepa consumiu a glicose totalmente em apenas 24 h mostrando, assim, que ela tem uma preferência pela glicose como fonte de carbono, seguido da xilose, celobiose e arabinose. Segundo NOOR-AFIQAH (2024), essa preferência é uma característica já apresentada pelo microrganismo. No entanto, observa-se que a glicose e xilose foram consumidas simultaneamente, não demonstrando repressão catabólica devido à presença de glicose no meio, como observado por XAVIER *et al*, 2017. Na figura 2 também é possível observar que a levedura atingiu uma concentração de biomassa celular final de 20,91 g/L após 120 horas de fermentação. Na figura 3 é apresentado o perfil cinético de consumo do nitrogênio amoniacal e do hidroximetilfurfural (HMF), onde, nota-se que houve uma redução tanto do nitrogênio amoniacal, quanto do consumo do HMF nas primeiras 24 h de cultivo.

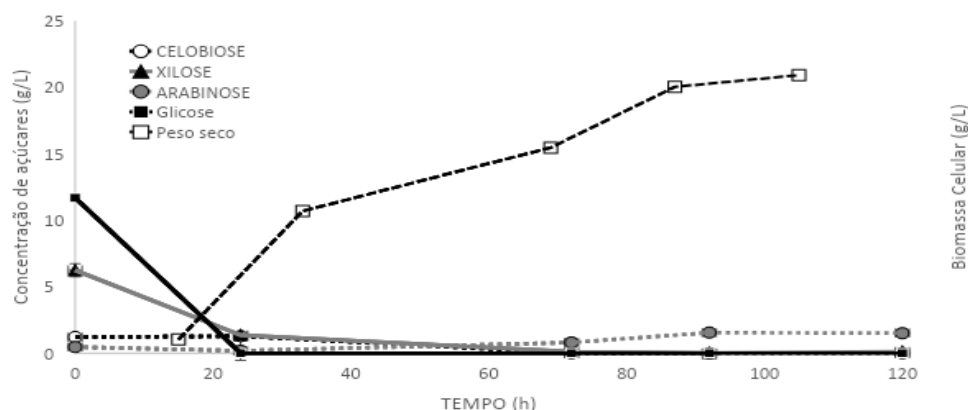


Figura 2. Perfil cinético de crescimento celular e consumo dos açúcares da *L. starkeyi* DSM 70296 em meio hidrolisado das ramas da batata-doce (HR) em C/N=50.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

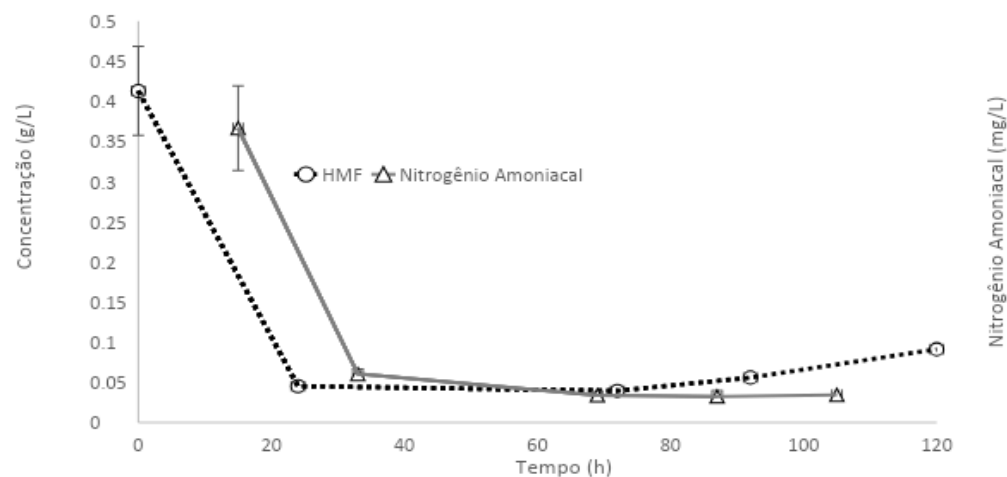


Figura 3. Perfil de consumo de nitrogênio amoniacal do meio HR e perfil de consumo do hidroximetilfurfural (HMF).

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A produção de lipídio microbiano a partir da *L. starkeyi* utilizando o hidrolisado da rama de batata doce (figura 4) apresentou um percentual de lipídio de 15,88%. Xavier *et al.*, (2017), no entanto, conseguiu um acúmulo de lipídio microbiano de hidrolisados lignocelulósicos igual a 26,9% em frascos agitados e 26,1% em biorreator em modo batelada. O percentual de lipídio produzido pela leguminosa oleaginosa soja varia de 18 a 22% dependendo de fatores como a variedade da planta, condições climáticas e práticas de manejo agrícola (DEL AGUILA; DEL AGUILA, 2020). Este valor é próximo ao conteúdo lipídico atingido neste trabalho com o cultivo microbiano de uma matéria-prima subutilizada ou

descartada inadequadamente e que possui características renovável, sustentável, de baixo custo e que não necessita de terras aráveis para incrementar a produção de óleo microbiano com características semelhante à de outros óleos vegetais. Assim, a utilização deste material como fonte de carbono para o cultivo microbiano pode conferir benefícios ambientais e econômicos na obtenção de produtos de valor agregado.



Figura 4. Óleo microbiano pelo método Bligh-Dyer.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

CONCLUSÃO

A produção de lipídios microbianos a partir do hidrolisado da rama de batata-doce mostrou-se promissora, alcançando um rendimento lipídico de 15,88% e um total de 20,91 g/L de biomassa celular final. Embora o percentual de lipídios obtido seja inferior ao registrado por outros estudos utilizando hidrolisados lignocelulósicos, os resultados são comparáveis aos percentuais de óleo de soja. O tratamento ácido das ramas de batata doce permitiu a liberação de açúcares fermentáveis como: 11,687 g/L de glicose, 6,242 g/L de xilose, 1,208 g/L de celobiose e 0,463 de arabinose. A utilização das ramas de batata-doce como substrato, sendo ela uma matéria-prima subutilizada, promove além da sustentabilidade, o baixo custo. O vigente estudo destaca uma solução inovadora na área de geração de lipídeos microbianos visando a resolução de escassez de recursos naturais e diminuição do impacto ambiental,

contribuindo tanto para a redução de resíduos agroindustriais quanto para o desenvolvimento de novos produtos com potencial de aplicação em diversas indústrias, como a alimentícia e de biocombustíveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores estão gratos pelo apoio financeiro prestado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil e pela Capes.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

AL-OBEIDI, W. D. M., ALI, L. H., ALRAWI, D. (2024). OS EFEITOS DO ÓLEO DE CÉLULA ÚNICA (SCO) PRODUZIDO A PARTIR DE BACILLUS SUBTILUS EM CERTAS ALTERAÇÕES HISTOLÓGICAS E FISIOLÓGICAS EM RATOS DE LABORATÓRIO. *ANBAR JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES*, 22 (1), 429-454. doi: 10.32649/ajas.2024.183744.

ANDRADE JÚNIOR, V.C.; VIANA, D.J.S.; PINTO, N.A.V.D.; RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, R.C.; NEIVA, I.P.; AZEVEDO, A.M.; ANDRADE, P.C.R. Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce. *Horticultura Brasileira*, n. 30, p. 584-589, 2012. ANTONIO, G. C., TAKEITI, C. Y., DE OLIVEIRA.

BARBOSA, N. P.; CONCEIÇÃO, E. C. DA. Aproveitamento de Resíduos Industriais de Alimentos com Potencial Aplicação em Cosméticos Naturais. *Revista Processos Químicos*, v. 10, n. 20, p. 127-131, 2016. DOI: <https://doi.org/10.19142/rpq.v10i20.357>. BÉLIGON, V; CHRISTOPHE, G; FONTANILLE, P; LARROCHE, C. Microbial lipids as potential source to food supplements. *Current Opinion in Food Science*, v. 7, p. 35–42, fev. 2016.

BHARATHIRAJA, B.; SRIDHARAN, S.; SOWMYA, V.; YUVARAJ, D.; PRAVEENKUMAR, R. Microbial oil – A plausible alternate resource for food and fuel application. *Bioresource Technology*, v. 233, p. 423-432, 2017.

CAPINUS, A; SOARES, D. C. DA; GAYER, T. O; KASPER, N. F; CASTAGNARA, D. D. Subprodutos da cultura de batata doce (*ipomoea batatas*): nutritividade e uso na alimentação de bovinos. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 10, n. 2, 2018.

COSTA, Douglas Martins da. Avaliação de cultivares de batata-doce quanto a produtividade, composição e aproveitamento das ramas visando a produção de etanol. 2015. 56f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Agroenergia, Palmas, 2015. Disponível em: . Acesso em: 11 maio. 2023.

DEL AGUILA, J. S., DEL AGUILA, L. S. H. As condições ambientais influenciam a produção de óleo e proteína na soja?. Ciências agrárias: conhecimentos científicos e técnicos e difusão de tecnologias 3. Ponta Grossa: Atena, 2020. cap. 4, p. 37-56. ISBN 978-65-5706-186-2. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/218012/1/38309.pdf>. Acesso em 09 de novembro de 2024.

DOMINICES, K.M.C. Desenvolvimento e otimização da produção de etanol de primeira e segunda geração a partir da batata-doce (*Ipomoea batatas* Lam. (L)). Tese de Doutorado. Departamento de desenvolvimento de produtos e processos. Faculdade de Engenharia Química –UNICAMP, p. 184, 2017.

JACOB A.; MATTHEW J. Recent advances in using *Lipomyces starkeyi* for the Production of SingleCell Oil. Journal of Pure and Applied Microbiology. Published online 13 April 2023. DOI: 10.22207/JPAM.17.2.06.

KUAN, I.C.; KAO, W.C.; CHEN, C.L.; YU, C.Y. Produção de Biodiesel Microbiano por Transesterificação Direta da Biomassa de *Rhodotorula glutinis*. Energias, v. 11, 1036, 2018. DOI:10.3390/en11051036.

NOOR-AFIQAH , Z. A., KAHAR, P., SUDESH, K., OGINO, C., KONDO, A. Produção de óleo de célula única por *Lipomyces starkeyi* a partir de óleo vegetal residual gerado pela indústria de extração de óleo de palma, Revista de Biociências e Bioengenharia, ano 2024, v. 138, ed. 2, p. 153-162, 22 abr. 2024. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2024.04.005>. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389172324001282?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=8ba69ebeafb92743 Acesso em: 23 ago. 2024.

OLIVEIRA, M. C. F.; PANDOLFI, M. A. C. Estudo bibliográfico. Revista Interface Tecnológica, v. 17, n. 1, p. 797–806, jul. 2020. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/841>.

PATEL, A.; KARAGEORGOU, D.; ROVA E.; KATAPODIS, P. ROVA, U. CHRISTAKAPOULOS, P.; MATSAKAS, L. An Overview of Potential Oleaginous Microorganisms and Their Role in Biodiesel and Omega-3 Fatty Acid-Based. Microorganisms, v. 8, n. 3, p. 434, 19 mar. 2020. DOI: 10.3390/microorganisms8030434.

PEREIRA, E. B.; VALADARES, N. R.; COSTA, L. F.; FERREIRA MIRANDA, H. A.; AUGUSTO PEREIRA, D. E.; GÓES LOPES, I. M.; DA SILVA, L. F.; SILVA, I. R. da; SOUZA, T. F. de; PAULA, M. T. de A. Use of sweet potato branch for ensiling: literature review. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 14, p. e426101421928, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i14.21928.

SILVA, A. C. S.; SANTOS, P. N.; SILVA, T. A. L.; ANDRADE, R. F. S.; CAMPOS-TAKAKI, G. M. Biosurfactant production by fungi as a sustainable alternative.

Arquivos do Instituto Biológico, v. 85. Published online 21 September 2018.
DOI:10.1590/1808-1657000502017.

SRIPHUTTHA, C., BOONTAWAN, P., KEETUDAT-CAIRNS, K., BOONTAWAN, A. (2023). Fermentação de Lipídios Não Comestíveis utilizando Resíduos Agroindustriais (RAIs) para Produção de Biodiesel por *Rhodotorula paludigena* CM33. doi: 10.1109/pree57903.2023.10370506

XAVIER, M. C. A.; CORADINI, A. L. V.; DECKMANN, A. C.; FRANCO, T. T. Lipid production from hemicellulose hydrolysate and acetic acid by *Lipomyces starkeyi* and the ability of yeast to metabolize inhibitors. Biochemical Engineering Journal, v.118, p. 11-19, nov. 2017.

ZHANG, L.; LEE, J.T.E.; OK, Y.S.; DAI, Y.; TONG, Y.W. Enhancing microbial lipids yield for biodiesel production by oleaginous yeast *Lipomyces starkeyi* fermentation: A review. Bioresource Technology, v. 344, Part B, 2022, 126294, ISSN 0960-8524, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126294>.