

PRODUÇÃO DE BIOETANOL A PARTIR DE BATATA-DOCE EM ESCALA LABORATORIAL

Data de submissão: 08/09/2023

Data de aceite: 27/10/2023

Wanessa Fraga Rodrigues

Universidade Federal de Lavras
Lavras-MG
<http://lattes.cnpq.br/9805064164825299>

Rafael Peron Castro

Universidade Federal de Lavras,
Departamento de Agronomia
Lavras-MG
<http://lattes.cnpq.br/5812839550558639>

glicosídicas dos açúcares, complexos das raízes tuberosas de batata-doce que não apresentam padrão comercial satisfatório, oriundos da agricultura familiar e comércio local, utilizando catálise enzimática para a produção de etanol, a fim de promulgar matéria-prima alternativas para a produção de álcool.

PALAVRAS-CHAVE: Convolvulaceae, bioetanol, energia.

RESUMO: A batata-doce, cientificamente denominada *Ipomoea batatas* L. (Lam), é uma hortaliça com desenvolvimento satisfatório sob fatores abióticos diversificados, promovendo a geração de álcool entre 130 a 140 litros/toneladas de matéria-prima. Com amplas aptidões agrônomicas, a cultura da batata-doce fornece, a partir de suas raízes tuberosas, alimentação humana rica em vitaminas, produção de etanol e de suas ramas, alimentação animal. A produção de etanol de batata-doce fundamenta-se no rompimento das ligações glicosídicas do amido, gerando moléculas de frutose e glicose a qual após serem hidrolisadas tornam-se aptas à geração de combustíveis. Com isso, objetivou-se o rompimento das ligações

BIOETHANOL PRODUCTION FROM SWEET POTATOES ON LABORATORY SCALE

ABSTRACT: Sweet potatoes, scientifically called *Ipomoea potatoes* L. (Lam), are a vegetable with satisfactory development under diverse abiotic factors, promoting the generation of alcohol between 130 and 140 liters/tons of raw material. With broad agronomic capabilities, the sweet potato crop provides, from its tuberous roots, human food rich in vitamins, the production of ethanol and its branches, animal feed. The production of ethanol from sweet potatoes is based on the disruption of the glycosidic bonds in starch, generating fructose and glucose molecules which, after being hydrolyzed, become suitable for generating

fuel. With this, the objective was to break the glycosidic bonds of sugars, complexes of sweet potato tuberous roots that do not present a satisfactory commercial standard, coming from family agriculture and local commerce, using enzymatic catalysis for the production of ethanol, in order to enact alternative raw material for alcohol production.

KEYWORDS: Convolvulaceae, bioethanol, energy.

1 | INTRODUÇÃO

No contexto mundial, tenciona-se a obtenção de combustíveis renováveis, a fim de minimizar a poluição e emissão de gases poluentes na atmosfera. Na vertente de biocombustíveis, destaca-se a produção de etanol a partir de plantas fibrosas, constituídas pelo polissacarídeo amido (GOMES, M. S. D. *et al.*, 2019).

Domesticada há mais de 5 mil anos na região tropical das Américas, a batata-doce salienta-se através de suas propriedades nutricionais, energéticas e minerais. Objetivando-se a diminuição do desperdício, determinadas quantidades de raízes tuberosas de batata-doce com avarias são direcionadas para as agroindústrias energéticas, atuando como matéria-prima para a produção de etanol, devido suas características favoráveis em teor de amido e ciclo produtivo (GOMES, M. S. D. *et al.*, 2019).

A batata-doce *in natura* é constituída de 13,4% a 18,3% do polissacarídeo amido, que após ser hidrolisado à glicose, concomitantemente com outros açúcares redutores presentes na hortaliça, pode ser fermentado e destilado, gerando etanol. O rompimento das ligações glicosídicas do amido gerando açúcares menores, é realizada através da hidrólise enzimática ou química (ácida), sendo que a catálise enzimática promove maior especificidade quanto à reação e ao substrato (TORRES, LEONEL e MISCHAN, 2012).

A molécula de amido é formada através de ligações glicosídicas de moléculas de α -glicose, amilose (α 1-4) e amilopectina (α 1-6), a qual para ser convertida em etanol, primeiramente deve-se hidrolisar suas cadeias, a fim de rompê-las, gerando monômeros de glicose. Como o processo de quebra do amido não ocorre de modo espontâneo, é necessário o uso de enzimas específicas para catalisar as ligações glicosídicas α - 1,4 e α -1,6 do polímero (ZANIN *et al.*, 2000).

A detecção dos monossacarídeos obtidos através da hidrólise do amido, far-se-á pela quantificação de açúcar redutor total (ART), fazendo-se uso de Reagente de Benedict, Solução de Fehling, ácido DNS e adição do Reativo de Tollens. O emprego do método DNS, iniciou-se em 1959 por Miller, e é utilizado recorrentemente pelas agroindústrias, consistindo na reação do açúcar redutor com o ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS), que é reduzido a ácido 3-amino,5-nitrosalicílico. Mediante a capacidade do ácido em alterar sua tonalidade, a quantificação dos açúcares é feita por espectrofotometria (RISSO, 2014); EMBRAPA hortaliças (NASCIMENTO, 2021).

Para completar a conversão do amido em etanol, após a hidrólise deste polissacarídeo, a glicose é quebrada em duas moléculas de ácido pirúvico ($C_3H_4O_3$), a qual

é descarboxilado, e na ausência de oxigênio e sob influência da levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) gera-se acetaldeído e por conseguinte etanol e dióxido de carbono (USP, 2021).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo utilizou-se 3 genótipos de batata-doce obtidas no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia (CDTT), pertencente à Universidade Federal de Lavras, na empresa OLEA e em um comércio local da cidade de Lavras-MG.

Após a colheita e aquisição das raízes tuberosas, realizou-se a higienização das hortaliças em pia inox com água corrente, a fim de remover resquícios de terra e materiais grosseiros provenientes do campo, acoplados às raízes tuberosas. Em seguida, as amostras foram imersas em solução de hipoclorito de sódio (NaClO).

Subsequente à higienização das batatas-doce, realizou-se o corte de modo manual em formato de rodela com aproximadamente 0,5 cm de espessura, e dispôs as amostras em bandejas inoxidável e vidro de relógio sem sobreposição e transferiu-as para estufa de circulação de ar a 60°C por 24 horas.

Consequente, ocorreu a trituração das amostras por meio de um moinho de facas tipo Willye modelo STAR FT-50 com peneira mesh 30, visando a obtenção de uma farinha fina com grãos de aproximadamente 0,595mm.



Figura 01- Batata-doce *in natura* e desidratada à 60°C por 24 horas em estufa de secagem com circulação de ar, respectivamente

Fonte: Da autora (2023)

Em seguida, realizou-se a etapa de gelatinização, adicionando 100g de amostra de farinha de batata-doce e 300mL de água destilada em um balão de fundo redondo, a qual foi submetido a temperatura de 60°C por 20 minutos. Posteriormente, ajustou o pH do mosto em 8,5, utilizando solução de Hidróxido de Sódio 0,1M, adicionou-se 2 mL de enzima *Endozym Alphamil* SB1 α -amilase para cada 100g de mosto, agitou-se a solução à 50 rpm e 90°C, por 60 minutos. Em seguida, modificou-se a temperatura do sistema para 60°C e acidificou o mosto com solução de ácido sulfúrico 1M, ademais, adicionou a enzima

amiloglucosidase (0,625 g/L de mosto) e deixou em rotação por 75 minutos.



Figura 02- Sistema de gelatinização do mosto de batata doce in natura

Fonte: Da autora (2023)

Após essa etapa, realizou-se a quantificação de açúcares redutores totais através do método DNS de acordo com o protocolo da EMBRAPA. Observando que havia glicose suficiente no mosto, adicionou-se 10 gramas de fermento CA11, contendo a levedura *Saccharomyces cerevisiae* e introduziu-a na incubadora *in vitro* TE-150 o mosto por 24 horas em temperatura de 32,0°C, rotacionando e sem rotação até diminuição total do °Brix.

Em seguida transferiu-se o mosto para um frasco reagente, deixando a solução armazenada por 24 horas em câmara fria a 5°C. Após esse período, retirou-se com cuidado o sobrenadante e realizou-se a destilação utilizando um evaporador rotativo Fisatom 802. Ao final da destilação, com o auxílio de um densímetro, determinou-se o grau alcoólico seguindo a metodologia (217/IV) de Adolfo Lutz (2008).

Todos os procedimentos foram executados em triplicata.



Figura 03- Mosto fermentado com prévia decantação de sedimentos

Fonte: Da autora (2023)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a execução da hidrólise enzimática, os açúcares redutores de cada amostra de batata-doce foram quantificados por espectrofotometria, utilizando-se uma curva padrão de glicose preparada no dia da análise do respectivo genótipo.

Genótipo	Diluição	ABS	Concentração [gAR/gbatata]
CDTT	83mL	0,563A	0,1083
OLEA	66mL	0,589A	0,0861
COMÉRCIO LOCAL	67mL	0,570A	0,0890

Tabela 01- Concentração de açúcar redutor total em base úmida

Fonte: Da autora (2023)

Após 24 horas em todas as fermentações, aferiu-se o brix e observou-se que ainda havia açúcar no mosto, logo, deixou-se mais 96 horas na incubadora, com rotação, a fim de consumir todo açúcar da solução. Todavia o °Brix não atingiu 0, o que implica que nem todo açúcar teria sido consumido.

Observou-se durante a análise de teor alcoólico, que o valor encontrado estava abaixo do esperado. Esta ocorrência se deu principalmente pelo fato do equipamento de destilação possuir uma coluna pequena, o que inviabiliza a concentração do álcool. Deste modo, em algumas destilações, realizou-se a destilação do destilado e adicionou-se ciclohexano PA (C_6H_{12}) para aumentar o grau alcólico.

Amostra	Quant. de destilações	Grau alcoólico
CDTT	1	44%
OLEA	1	44%
COMÉRCIO LOCAL	1	39%
CDTT	2	89%
OLEA	2	94%
COMÉRCIO LOCAL	2	79%

Tabela 02- Grau alcoólico de diferentes amostras de etanol

Fonte: Da autora (2023)

Análogo a produção de cachaça, se a destilação fosse interrompida, provavelmente o teor alcoólico seria maior, visto que, as primeiras parcelas de vapor condensado são mais concentradas teoricamente. (OLIVEIRA, 2010)

4 | CONCLUSÃO

Após a execução da hidrólise enzimática, fermentação e destilação em um laboratório educacional, conclui-se que a obtenção de etanol de batata-doce apresenta condições satisfatórias com teor alcoólico variando de 79% a 94% de acordo com cada genótipo.

REFERÊNCIAS

GOMES, M.S.D. et al. **Simulação do processo de fermentação alcoólica do bioetanol a partir do resíduo de batata-doce (Ipomoea batatas L. (Lam.))** Brazilian Journal of Production Engineering, São Mateus, Ed. UFES/CEUNES/DETEC, 2019.

IAL (INSTITUTO ADOLFO LUTZ). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Ed. 4, São Paulo: IAL, 1018p. 2008. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf> . Acesso em: 25 Ago 2018. ISBN 9788533410387.

NASCIMENTO. M.W. **Sistema de produção de batata-doce**. EMBRAPA Hortaliças - Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças. Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355126/8971369/Sistema+de+Produ%C3%A7%C3%A3o+de+Batata-Doce.pdf/4632fe60-0c35-71af-79cc-7c15a01680c9>> . Acesso em: 08 de julho de 2023

RISSO, R. D. S. **Etanol de Batata-doce: Otimização do Pré-processamento da Matéria Prima e da Hidrólise Enzimática**. 2014, p. 98. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

TORRES, L. M.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. **Concentração de enzimas amilolíticas na hidrólise do amido de gengibre**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 42, n.7, p.1327-1332, 2012.

USP. QBQ0215-201. **Mapa metabólico**. 2021. Disponível em: <<https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=3043491&forceview=1>> . Acesso em 13 de julho de 2023.

ZANIN, G. M. *et al.* Brazilian Bioethanol Program. **Applied Biochemistry and Biotechnology**. v. 84, p. 1147-1161, 2000. <https://doi.org/10.1385/ABAB:84-86:1-9:1147>