

OBTENÇÃO DO ETANOL A PARTIR DA FERMENTAÇÃO DA CASCA DE BANANA TIPO *MUSA ACUMINATA CAVENDISH*

OBTAINING ETHANOL FROM THE FERMENTATION OF MUSA ACUMINATA CAVENDISH TYPE BANANA PEEL

GESSYMAR NAZARE SILVA SOUZA¹
PEDRO AUGUSTO GOMES DE SENA²
VINICIUS SOUZA ZORZAN LOPES³

RESUMO

A crescente demanda por fontes de energia renovável tem incentivado a exploração de matérias-primas alternativas para a produção de biocombustíveis, como o etanol. Os resíduos agroindustriais, como é o caso da casca de banana do tipo *Musa acuminata Cavendish*, tem grandes potenciais devido à sua abundância e ao alto teor de açúcares fermentáveis. A conversão dessa biomassa em etanol, por meio de processos fermentativos, oferece uma solução sustentável, minimizando o desperdício e contribuindo para a redução da dependência de combustíveis fósseis. Esta pesquisa teve como objetivo a produção de etanol através da casca de banana *musa acuminata Cavendish* com uso de *Saccharomyces cerevisiae*, através do processo fermentativo submerso e com controle de temperaturas para que possa ocorrer todo processo fermentativo, onde foi obtido cerca de 8% de teor alcoólico de etanol por 100ml de líquido.

Palavras-chave: Biocombustível, Controle de qualidade, Sustentabilidade.

ABSTRACT

The growing demand for renewable energy sources has encouraged the exploration of alternative raw materials for the production of biofuels such as ethanol. Agro-industrial waste, such as *Musa acuminata Cavendish* banana peel, has great potential due to its abundance and high content of fermentable sugars. Converting this biomass into ethanol through fermentation processes offers a sustainable solution, minimizing waste and helping to reduce dependence on fossil fuels. The aim of this research was to produce ethanol from the banana peel *musa acuminata cavendish* using *saccharomyces cerevisiae*, through a submerged fermentation process with

¹ Professor no Centro Universitário UniUnica de Ipatinga- MG.

² Graduanda no curso de Biomedicina Centro Universitário UniUnica de Ipatinga- MG.

³ Graduando no curso de Farmácia Centro Universitário UniUnica de Ipatinga- MG.

temperature control so that the entire fermentation process can take place, where around 8% alcohol content of ethanol per 100ml of liquid was obtained.

Keywords: Biofuel, Quality control, Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A obtenção do etanol como fonte renovável a partir da fermentação da casca da banana representa uma alternativa sustentável e inovadora. Os materiais lignocelulósicos, que é o caso da casca da banana, tem seu destaque pela abundância, baixo custo e alto teor de açúcares fermentáveis.

A fermentação da casca de banana para a produção de etanol envolve a conversão dos açúcares presentes nas cascas em álcool etílico por meio da ação de microrganismos, esse método pode apresentar diversas vantagens, incluindo o aproveitamento de resíduos agrícolas, como apontado por COELHO (2022) mostrando que frutas de pior aparência são utilizadas na produção de doces, e ainda podemos aproveitar em sua totalidade com o uso da casca para produção de etanol produzindo energia ou abastecendo equipamentos, contribuindo para a redução do desperdício e a diminuição da pegada de carbono.

O grande uso de tais combustíveis fósseis, mesmo sendo uma alternativa de fonte de energia, pode trazer grandes consequências ambientais e sociais, especificamente referindo à poluição do ar. A frequente exposição a estas substâncias está associada a problemas de saúde pública, incluindo doenças respiratórias, cardiovasculares, neurológicas e também o aumento da mortalidade da população.

Para reduzir a emissão de CO₂ na atmosfera, uma alternativa viável é optar pelos biocombustíveis como o etanol que podem ser produzidos com resíduos de frutas. Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas), em 2022, foram gerados 1,05 bilhão de toneladas de resíduos alimentares (incluindo partes não comestíveis), totalizando 132 quilos *per capita* é quase um quinto de todos os alimentos disponíveis para os consumidores. Do total de alimentos desperdiçados em 2022, 60% aconteceram no âmbito doméstico, com os serviços de alimentação responsáveis por 28% e o varejo por 12%. Segundo Vasconcelos(2019) a banana

é rica em açúcar, sendo utilizada apenas sua polpa, é realizado o descarte da casca, sendo abundante seu cultivo no Brasil.

A obtenção de etanol a partir da casca da banana depende crucialmente do controle de qualidade em todas as etapas do processo, isto envolve uma seleção adequada das cascas de banana, garantindo que elas estejam livres de contaminações indesejadas e em boas condições de fermentação. Além disso, é importante monitorar a concentração de açúcar, pH, temperatura e outras configurações durante a preparação para melhorar a produção de etanol e evitar a formação de subprodutos indesejados.

O controle de qualidade também se estende à destilação e purificação do etanol obtido, e efetuado o teste com o Alcoômetro, garantindo que o produto final atenda aos padrões de pureza necessários para sua utilização como biocombustível ou em outros fins industriais. A utilização do etanol como biocombustível reduz a emissão de gases de efeito estufa e reduz a dependência energética de combustíveis fósseis, além disso, a análise de resíduos de agrotóxicos e outros contaminantes na casca da banana que é fundamental para garantir a segurança e a conformidade ambiental do processo, assim apresentando uma fonte de combustível mais limpa.

2 Desenvolvimento

Economicamente, o mercado de produção de banana no Brasil é um mercado bilionário, segundo DE LUCERNA (2013), no censo realizado em 2006 foi produzido 7, milhões de toneladas no valor de 1,4 bilhões de reais, mostrando a importância e ainda o quanto desse mercado não é aproveitado. Como no apoio à transição energética mundial, que busca fontes renováveis de energia diminuindo emissões de carbono. Uma forma para reduzir a emissão de CO₂ na atmosfera pode-se optar pelos biocombustíveis como o Etanol.

A transformação da casca da banana, sendo o meio para redução da emissão e CO₂ em álcool etílico é realizada por microrganismos, usualmente leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, sendo a linhagem escolhida após testes de fermentação com a casca da banana seguindo metodologia utilizada por PAVLAK (2013) e os padrões de qualidade. Para que se atinja o resultado esperado, é

necessário observar a quantidade de levedura adicionada ao mosto, de modo que seja capaz de converter todo o açúcar em gás carbônico (CO₂) e álcool, seguindo as indicações iniciais dadas por FERRO (2023) que tem por base analisar e modelar a montagem da fermentação para otimização do processo. Além disso, é imprescindível prezar pelas características das leveduras, tais como, velocidade de fermentação, tolerância ao álcool, rendimento, resistência e estabilidade.

Para o preparo do líquido açucarado denominado mosto, alguns cuidados devem ser tomados, como a concentração de açúcar e suas relações com possíveis sólidos diluídos no meio, acidez total, temperatura e pH, conforme abordado por DIÓGENES (2021) “A acidez do mosto e o microrganismo fermentador estão intimamente ligados, portanto, considera-se que o pH ideal para uma fermentação satisfatória deve estar entre 4,0 e 5,0.”

A confecção do mosto é simples, sendo composta basicamente da mistura de água e matéria-prima que, em nosso caso, casca de banana do tipo *Musa acuminata* Cavendish. Como mencionado, o pH tem um papel importante na fermentação e deve estar entre 4,0 e 5,0. O uso de antissépticos visa controlar possíveis contaminantes no meio, sendo o ácido clorídrico mais utilizado para este fim. O caldo bruto pode ser aquecido até 105 °C para auxiliar no controle de contaminação do meio. Após o aquecimento, o caldo deve ser resfriado até atingir 30 °C, para então ser inoculado com o agente reator (levedura) e prosseguir com a fermentação em temperatura controlada (TC) de 32 a 34 °C.

Para que se chegue a um resultado eficaz, é imprescindível a elaboração de parâmetros padrões, como: escolha das cascas, temperaturas (aquecimento inicial e temperatura durante a fermentação), Brix, pH, proporção de fermento, água e casca, dias de fermentação. Dessa maneira, cria-se um controle de qualidade rigoroso que abrange todas as etapas do processo, desde a separação da matéria-prima até a destilação e obtenção do etanol.

3 Metodologia

Para realização desta pesquisa, foi necessário avaliar diferentes linhagens de *Saccharomyces cerevisiae* a fim de determinar qual apresentaria melhor produção de teor alcoólico, as quais foram testadas três linhagens de fermentos, sendo elas uma de panificação e duas de produção cervejeira. Durante a pesquisa foram empregados parâmetros padrões para assegurar a qualidade de todo o processo de produção. Entre os parâmetros estipulados estão:

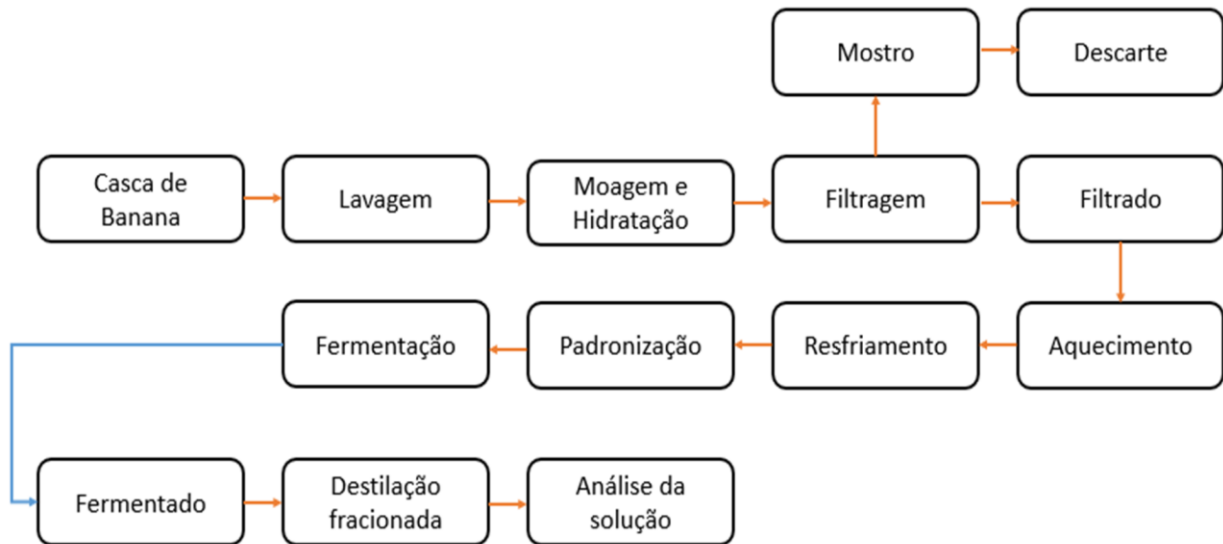
TABELA 01 - Padrão de qualidade

ANALITO	PADRÃO
Casca de Banana	3kg
Água (H ₂ O)	1,5 L
Aquecimento inicial	100 °c
Resfriamento	30 °c
PH	4,5 á 6
Brix	30 à 38%
Dias de fermentação	07
T° fermentação (TA)	25 à 36°c
T° destilação	65 a 70°c
NaoH	á 0,1%
HCl	á 0,1%

No processo da etapa prática foram adquiridas as bananas maduras, levando em consideração o mesmo lote e assim armazenadas por um período de 12h à temperatura ambiente (25°c),e utilizadas apenas as cascas de banana para dar

processo a prática. Como experimento inicial e em escala menor, foram realizados testes para adequação dos padrões e assim definidas as etapas necessárias para garantir a qualidade do preparo do mosto, de modo que as condições físico-químicas fossem ideais para o crescimento da levedura. Conforme descrito no fluxograma abaixo:

Imagem 1: Fluxograma do processo



Fonte: Autor/2024

Nas etapas metodológicas dos processos foram separadas as cascas das bananas do fruto e assim lavadas e descontaminadas com uma solução 50% hidroalcoólica, com intuito de retirar possíveis contaminantes. Após a lavagem realizou-se a moagem com a utilização de um liquidificador industrial e adição de aproximadamente 500 ml de água destilada para cada 1kg de casca, assim promovendo a hidratação e obtendo uma solução pastosa. Com a solução pronta foi realizada a filtragem com a tamise malha 6, a fim de retirar as fibras da casca da banana e obter o produto filtrado. O produto filtrado é então aquecido até 100°C por cerca de 20 minutos. Esse processo visa a eliminação de contaminantes, a quebra dos açúcares complexos em açúcares simples, além da desnaturação das proteínas. Como resultado, obtém-se uma solução rica em açúcares simples, proporcionando condições ideais para o crescimento da levedura. Em seguida, a solução é resfriada até atingir a faixa de 36 °C, temperatura ideal para o crescimento das leveduras. Após o resfriamento, o pH da solução é ajustado para 6,45, garantindo as condições

adequadas para a fermentação. Para melhor desenvolvimento de todo processo, é necessário o controle do pH de toda solução, que é feita com o padrão de NaOH 0,1% e HCl 0,1%, assim como leitura do nível de brix que a solução apresenta, sendo o necessário entre 30% e 38%. Por fim é adicionado o fermento em uma proporção de 0,04 partes de fermento para a solução, e em seguida, a mistura é deixada para fermentar e assim ocorrendo a conversão dos açúcares em álcool. Conforme demonstrado abaixo:

Imagem 02 : Processo fermentativo do mosto.



Fonte: Autor/2024

O processo fica em descanso por 7 dias em temperatura ambiente (25°C) para que possa ocorrer completa fermentação da solução e uma quantidade máxima de produto a serem destilados. No sétimo dia foi realizada a destilação fracionada destes produtos e determinação da concentração de álcool com uso do alcoômetro, a fim de obter o controle de teor alcoólico do produto final.

5 Resultado/Discussão

O Brasil ocupa o quarto lugar em produção de banana, gerando um grande descarte das cascas e assim podendo ser utilizada de forma sustentável. A grande produção do etanol hoje, produzido no Brasil, é dependente principalmente do milho, onde o mesmo poderia estar sendo utilizado em outras aplicações, como alimentícia, já que sua produção é específica para produção de etanol como aponta SOARES

(2021), a produção por meio da casca da banana, damos aos produtores rurais a oportunidade de serem dependentes energeticamente reaproveitando o que seria descartado.

Os resultados obtidos por meio do processo de inspeção das cascas de banana madura, demonstram o grande avanço de eliminação de poluentes para o desenvolvimento da pesquisa. Tais análises iniciais validam que possuem alto teor de carboidratos fermentáveis, como é o exemplo da glicose e frutose, favorecendo assim a conversão em álcoois.

Em um ponto de vista ambiental, foi possível observar que pode trazer estratégias importantes para o descarte ambiental e assim promovendo a redução da dependência de combustíveis fósseis. Assim, com base nos processos foi possível obter a um resultado de 8% de teor alcoólico, conforme demonstrado na imagem:

Imagem 03: Análise de teor alcoólico



Fonte: Autor/2024

6 Considerações Finais

Com base nos dados, é possível observar a obtenção do etanol, sendo possível demonstrar que o processo pode ser viável. Embora ainda seja necessário a implementação de melhorias e mais análises físico-químicas nos processos para que seja abordado em uma escala a nível industrial. Em base de continuidade do estudo, é importante a avaliação dos parâmetros de controle macro, tais como a viabilidade econômica, assim proporcionando melhor produção em escala industrial.

REFERÊNCIAS

COELHO, Jakeline de Oliveira. Reaproveitamento da banana da variedade prata para a fabricação de doce. 2022. DE LIMA VASCONCELOS, Marinna Maria; SILVA, Orientadora Marta Célia Dantas. CASCA DA BANANA: VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DO ETANOL.

DIÓGENES, Bianca Cavalcante; CARMO, Shirlene Kelly Santos. Desempenho da *Saccharomyces cerevisiae* ao estresse ácido no processo de fermentação alcoólica. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 10, p. e232101018716-e232101018716, 2021.

FERRO, João Victor et al. Modelagem, simulação, controle e otimização de processo de fermentação alcoólica da *Saccharomyces cerevisiae*. 2023.

LUCENA, Cicero Cartaxo et al. Caracterização dos principais polos de produção de banana no Brasil. 2013.

ONU - Organização das Nações Unidas. Declaração Universal dos Direitos Humanos da **ONU**. Disponível em : <https://brasil.un.org/pt-br/264460-%C3%ADndice-de-desperd%C3%ADcio-de-alimentos-2024>

PAVLAK, Marta Cristina de Menezes et al. Estudo da fermentação do hidrolisado de batata-doce utilizando diferentes linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*. *Química nova*, v. 34, pág. 82-86, 2011.

SOARES, André Augusto; ZUKOWSKI JUNIOR, Joel Carlos. O Brasil como grande player no mercado mundial de etanol. *Revista de Política Agrícola*, v. 30, n. 3, p. 57, 2021.

VIDAL, Maria de Fátima . Produção e mercado de etanol: v. 5 n. 121 (2020). *Caderno Setorial ETENE*, v. 5, 2020.