

## **UTILIZAÇÃO DA RAIZ DE MANDIOCABA (*Manihot esculenta*) PARA PRODUÇÃO DE ETANOL**

Pinheiro, E.E.B<sup>1</sup>, Barbosa, C.P.N<sup>2</sup>, da Silva A. K.G<sup>3</sup>, Corrêa F.A.L<sup>4</sup>

- 1.Engenheira Agrônoma, Geomensora, bernardoerica@hotmail.com.
- 2.Engenheira Agrônoma, Consultora, carini\_poliani@hotmail.com.
- 3.Engenheira Agrônoma, Consultora Ambiental, annakarynagomes21@gmail.com
- 4.Acadêmico do curso de agronomia, CEULS/ULBRA, fabio095@hotmail.com.

**Resumo:** A mandiocaba é uma variedade resultante de uma mutação genética encontrada na Amazônia, muito utilizada na alimentação desde os tempos pré-colombianos pelos indígenas. Esta mutação, eventualmente ocorreu devido ao processo de seleção e cruzamento, resultando em uma variedade produtiva com alto teor de açúcar fermentescível. A produção do etanol através desta variedade pode se tornar uma proposta para incluir outras regiões no setor sucroalcooleiro. Não tencionando substituir a cultura da cana-de-açúcar na produção de etanol no Brasil. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar produção de etanol a partir da fermentação do caldo da mandiocaba. Após extraído, o caldo foi autoclavado e dividido da seguinte maneira: em três Erlenmeyer de 200 ml houve adição da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, e três Erlenmeyer de 500 ml permaneceram com substância pura. A fermentação foi realizada em triplicata a temperatura de 28°C em estufa, a concentração de inóculo utilizado na proporção de 10g/L. Foram realizadas análises físico-químicas no caldo de mandiocaba em tempo zero e durante os períodos de 1, 5, 10 e 12 horas de fermentação. A destilação dos mostos (com e sem adição de levedura) ocorreu nos intervalos de 3, 5 e 12 horas, sendo realizada para se obter a determinação do teor alcoólico. O mosto que continha leveduras apresentou maior nível de teor alcoólico final (15,6% v/v) em relação ao mosto com substância pura (5,4% v/v), indicando que a presença das leveduras aumenta a graduação alcoólica.

**Palavras-chave:** *Agroenergia, Mandioca açucarada, Saccharomyces cerevisiae, Sustentabilidade.*

## **THE USE OF MANIOC ROOT (*Manihot esculenta*) FOR PRODUCTION OF ETHANOL**

**Abstract:** The mandiocaba is a result of a genetic mutation found in the Amazon, widely used in food since pre-Columbian times by indigenous people. This mutation, possibly due to the process of selection and crossbreeding, resulting in a productive variety with high content of fermentable sugar. Ethanol production through this variety can become a proposal to include other regions in the sugar-alcohol sector. Does not intend to replace the culture of sugarcane in the production of ethanol in Brazil. Given this, the objective of the present work was to evaluate the ethanol production from the fermentation broth of mandiocaba. After extracted, the stock of mandiocaba was autoclaved and divided as follows: in three of 200 mL Erlenmeyer flasks there was addition of the Yeast *Saccharomyces cerevisiae*, and three of 500 mL Erlenmeyer flasks remained with pure substance. Fermentation was carried out in

triplicate the temperature of 28° C in an oven, the concentration of inoculum (*Saccharomyces cerevisiae*) used in proportion of 10 g/l. physicochemical analyses were carried out in mandiocaba broth at time zero and during periods of 1, 5, 10 and 12 hours of fermentation. The distillation of musts (with and without added yeast) occurred in intervals of 3, 5 and 12 hours, being held for the determination of alcohol content. The wort containing yeasts showed the highest level of alcohol end (15.6% v/v) in relation to the mash with pure substance (5.4% v/v), indicating that the presence of yeasts increases the alcohol.

*Keywords: Agroenergy, Saccharomyces cerevisiae, Sustainability, Sweet cassava.*

## **Introdução**

A produção de etanol ou álcool etílico (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) ocorre através da fermentação dos açúcares existentes em produtos vegetais (cereais, beterraba e cana) desde a remota antiguidade. Hoje, uma parte do etanol industrial ainda é feita por meio da fermentação, outra é feita sinteticamente de fontes como o eteno extraído do petróleo (BASTOS, 2007). Diferente das fontes fósseis de energia, como o petróleo ou o carvão mineral, a biomassa pode renovar-se por meio do ciclo de carbono, onde o CO<sub>2</sub> é liberado na atmosfera através da decomposição ou queima de matéria orgânica ou seus derivados. Por meio da fotossíntese, as plantas transformam CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O em hidratos de carbono, liberando oxigênio (DECICINO, 2007). Há uma grande variedade de matérias prima que podem ser utilizadas na produção de etanol, entre elas, destacam-se: as açúcaradas (cana-de-açúcar, beterraba e mandiocaba), as lignocelulósicas (madeira, palha da cana-de-açúcar) e amiláceas (mandioca). Essa diversidade de energias limpas são ferramentas para construção de uma nova civilização, que viabiliza a fabricação local e regional cumprindo as aptidões naturais de forma sustentável (MARTINS, 2007). O pesquisador da Embrapa em biotecnologia, Luiz Joaquim Carvalho, expôs ao governo do Pará sua pesquisa sobre a importância da mandioca doce – a mandiocaba – para produção de etanol. Segundo a pesquisa, ao contrário da mandioca tradicional, na mandioca açúcarada é possível encontrar 35% de glicose, 10% de sacarose e apenas 2% de amido em sua raiz, enquanto na cana apenas 12% é açúcar, comparou Carvalho (REVISTA GLOBO RURAL, 2011). A mandioca açúcarada não tenciona substituir a cultura da cana-de-açúcar na produção de etanol no Brasil, entretanto pode retratar opções para produtores de menores escalas, com benefícios sociais para comunidades rurais ou ocupação de nichos agrícolas, em região em que o cultivo da cana é inviável. Pode ser também uma opção para períodos entressafras, em que as destilarias de álcool de cana-de-açúcar ficam ociosas (CARDONA e SÁNCHEZ, 2007). A produção de etanol através da mandiocaba pode se tornar uma proposta para incluir outras regiões no setor sucroalcooleiro, principalmente na região amazônica, onde a legislação delimita o cultivo da cana-de-açúcar, segundo o DECRETO N° 6.961, DE 17 DE SETEMBRO DE 2009. Visto que os principais indicadores considerados no zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar foram a vulnerabilidade das terras, o risco climático, o potencial de produção agrícola sustentável e condições de solo desfavoráveis (BRASIL, 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar produção de etanol a partir da fermentação do caldo da mandiocaba.

## **Material e Métodos**

A matéria-prima foi coletada na comunidade São Francisco do Carapanari, localizada no município de Santarém, no estado do Pará, Brasil, durante o mês de abril de 2019, foram colhidas 12 meses após o plantio. O experimento foi realizado no Laboratório de Bioprospecção e Biologia Experimental (LabBBEx) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Campus Santarém.

A matéria-prima foi pesada em balança analítica (foram utilizados 3 kg), seguido de descascamento, retirada de danos físicos, lavagem e corte das raízes em cubos. Posteriormente a isto, ocorreu extração do caldo utilizando centrífuga comercial (CF-02 Mondial juicer, modelo 1340-01/02) e o mesmo foi coado. O mosto foi autoclavado (99°C por 15 minutos) para a eliminação dos microrganismos indesejáveis.

Foram realizadas análises físico-químicas no caldo de mandioca em tempo zero e durante o processo de fermentação, tendo como base os métodos físico-químicos para análise de alimentos edição IV do Instituto Adolfo Lutz. Para determinação do Potencial Hidrogeniônico (pH), utilizou-se tiras de indicador universal, marca Merck, onde a tonalidade atingida era comparada com colorações exemplares da caixa. A leitura de Sólidos Solúveis Totais (° Brix) foi obtida através de um refratômetro manual. Na determinação da Acidez Total realizou-se uma técnica de análise volumétrica, denominada titulação, onde fez-se o uso de indicador fenolftaleína (0,5 ml) para a neutralização dos ácidos, sendo titulada com solução de hidróxido de sódio (10% concentração) a 10 ml.

Para o processo de fermentação, o caldo foi dividido da seguinte maneira: em três erlenmeyers de 200 mL houve adição da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, e três erlenmeyers de 500 mL permaneceram com substância pura. A fermentação foi realizada em triplicata a temperatura de 28°C em estufa, a concentração de inóculo (*Saccharomyces cerevisiae*) utilizado na proporção de 10g/L, e concentração natural do substrato (SOUZA, 2013). Neste processo os erlenmeyers foram fechados com papel reciclado A4. Houve acompanhamento do procedimento a partir do ° Brix, acidez titulável e pH do mosto, que foram medidos em 1, 5, 10 e 12 horas de fermentação, onde houve estabilidade dos mesmos demonstrando o final do processo.

A destilação dos mostos (com e sem adição de levedura) foi realizada para se obter a determinação do teor alcoólico. O controle da destilação foi feito em manta aquecedora para balão volumétrico de 1.000 ml a temperatura 105°C. Foram utilizados 50 ml dos mostos fermentados e adicionado 200 ml de água destilada. Posteriormente a isso, destilou-se cerca de ¾ do volume inicial (37 ml), adicionado em um balão volumétrico de 50 mL e completou-se a porção com água destilada a 20°C. A primeira destilação ocorreu após 3hs de fermentação, a segunda após 5 horas de fermentação e a última ocorreu após 12 horas de fermentação.

## Resultados e Discussão

Tabela 1 - Caracterização físico-química do mosto com leveduras.

| Período de fermentação | Potencial Hidrogeniônico (pH) | Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) = ° Brix | Ácidos totais, em g de ácido acético por 100 mL de amostra |
|------------------------|-------------------------------|--|--|
| <b>Tempo 0</b>         | <b>5,0</b>                    | <b>5,0</b>                                     | <b>4,0</b>   |
| <b>1 hora</b>          | <b>5,0</b>                    | <b>4,5</b>                                     | <b>6,9</b>   |
| <b>5 horas</b>         | <b>4,0</b>                    | <b>1,5</b>                                     | <b>1,9</b>   |
| <b>10 horas</b>        | <b>3,3</b>                    | <b>0,8</b>                                     | <b>3,0</b>   |
| <b>12 horas</b>        | <b>3,0</b>                    | <b>0,5</b>                                     | <b>16,0</b>  |

Fonte: Elaborada pelos autores.

O pH (tabela 1) se manteve estável durante uma hora de fermentação, posteriormente a isso, ocorreu o decréscimo do mesmo, tendo como resultado final a leitura de 3,0. A determinação da acidez total obtida no final da fermentação do mosto com leveduras foi de 16,0. Diante das análises realizadas no decorrer da fermentação, foi verificado a variação do ° Brix, terminando nos 0,5 ° Brix e a porcentagem de etanol aumentando ao longo do tempo. Dessa forma, o decréscimo do teor de SST indica que ocorreu a conversão de açúcar em álcool.

Na ciência da fermentação alcoólica, as leveduras quebram as moléculas de glicose, produzindo etanol. Verificou-se a queda do Brix, indicando que as leveduras obtiveram maior desempenho quando o pH estava entre 5,0 e 4,0, durante o período de 5 horas de fermentação.

Tabela 2 - Caracterização físico-química do mosto com substância pura.

| <b>Período de fermentação</b> | <b>Potencial Hidrogeniônico (pH)</b> | <b>Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) = °Brix</b> | <b>Ácidos totais, em g de ácido acético por 100 mL de amostra</b> |
|-------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| <b>Tempo 0</b>                | <b>5,0</b>                           | <b>5,0</b>   | <b>4,0</b>  |
| <b>1 hora</b>                 | <b>5,0</b>                           | <b>5,0</b>   | <b>4,6</b>  |
| <b>5 horas</b>                | <b>5,0</b>                           | <b>5,0</b>   | <b>3,0</b>  |
| <b>10 horas</b>               | <b>5,0</b>                           | <b>5,0</b>   | <b>3,0</b>  |
| <b>12 horas</b>               | <b>5,9</b>                           | <b>5,0</b>   | <b>3,8</b>  |

Fonte: Elaborada pelos autores.

A fermentação do mosto (tabela 2) manteve-se com as variáveis de pH e ° Brix estáveis, alcançando os resultados esperados, comprovando que a autoclavagem realizada nas substâncias inibiu o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis. Contudo, somente a fermentação da apresentada na tabela 1 apresentou alterações em suas análises físico-químicas.

Tabela 3 - Determinação da graduação alcoólica do mosto com leveduras.

| <b>Período de fermentação</b> | <b>Densidade relativa a 20°C</b> | <b>Teor alcoólico (%)</b> |
|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| <b>3 horas</b>                | 0,9985                           | 1,0                       |
| <b>10 horas</b>               | 0,9902                           | 7,0                       |
| <b>12 horas</b>               | 0,9800                           | 15,6                      |

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 4 - Determinação da graduação alcoólica do mosto com substância pura.

| <b>Período de fermentação</b> | <b>Densidade relativa a 20°C</b> | <b>Teor alcoólico (%)</b> |
|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------|

|                 |        |     |
|-----------------|--------|-----|
| <b>3 horas</b>  | 0,9998 | 0,1 |
| <b>10 horas</b> | 0,9958 | 2,8 |
| <b>12 horas</b> | 0,9922 | 5,4 |

Fonte: Elaborada pelos autores

Diante das figuras apresentadas, observa-se a diferença de densidade, e conseqüentemente teor alcoólico, entre os mostos fermentados. Na tabela 3, verifica-se que o nível de teor alcoólico teve maior rendimento final (15,6%) ao comparar com os resultados expostos na tabela 4, onde não houve adição do inóculo. Dessa forma, certifica-se que a presença das leveduras influencia no aumento da graduação alcoólica.

### Conclusões

A partir dos resultados apresentados pode-se inferir que a mandioca açucarada mostrou potencial para a produção do etanol. O mosto que passou por adição de *Saccharomyces cerevisiae* obteve um melhor rendimento, sendo que o teor máximo de etanol obtido foi de 15,6%, esse fato indica que as leveduras utilizadas são adequadas para o procedimento. O referido estudo pode contribuir para o avanço da utilização da mandioca como uma opção viável na produção de etanol para as diferentes finalidades industriais.

### Referências Bibliográficas

- BASTOS, V. D. **Etanol, alcoolquímica e biorrefinarias**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 25, p. 5 – 38. 2007.
- BRASIL. Decreto nº 6.961, de 17 de setembro de 2009. **Aprova o zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar e determina ao Conselho Monetário Nacional o estabelecimento de normas para as operações de financiamento ao setor sucroalcooleiro, nos termos de zoneamento**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 set. 2009. Seção 1, p. 1.
- CARDONA, C. A.; SÁNCHEZ, O. J. Fuel ethanol production: Process design trends and integration opportunities. *Bioresource Technology*, n. 98, p. 2415-2457. 2007.
- DECICINO, R. **Material orgânico pode ser combustível**. 2007. Disponível em: <http://educacao.uol.com.br/geografia/ult1694u392.jhtm>. Acesso em: 14 Ago. 2018.
- MARTINS, A. **Muito mais que novos combustíveis**. 2007. Disponível em: <http://diplo.uol.br/2007-4,al1957>. Acesso em: 14 Ago. 2018.
- REVISTA GLOBO RURAL ONLINE. **Etanol de mandioca é apresentado no Pará**. Editora Globo S. A.: São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.revistagloborural.globo.com/revista/common/0,ert235125-18080,00.html>. Acesso em: 20 Ago. 2018.
- SOUZA, L. do S. S. **Avaliação do processo de produção de etanol pela fermentação do caldo de mandioca (Manihot esculenta Crantz)**. Dissertação Mestrado – Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Belém, 2013.

