



Fermentação de sacarose extraída da *Beterraba Sacarina (Beta Vulgaris L.)*

Jade de Carvalho Ferreira¹; Jussara Maria Martins²; José Roberto Delalibera Finzer³

^{1, 2} Universidade de Uberaba

^{1, 2, 3} Universidade de Uberaba

E-mail : jade_ferreira@hotmail.com ; jrdfinzer@uol.com.br

Resumo

Atualmente o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de açúcar e álcool do mundo, sendo a cana-de-açúcar a matéria-prima mais utilizada para essa produção, devido ao seu alto teor de sacarose. A beterraba Sacarina equipara-se a cana-de-açúcar, consiste em uma cultura largamente utilizada na Europa e possui alto teor de sacarose na faixa de 16 a 21% podendo variar de acordo com técnicas de plantio. Por isso consiste em uma possível alternativa à produção de etanol no Brasil e uma forma de diversificação da matriz de matérias-primas utilizadas. No processo de produção de álcool etílico a partir da beterraba Sacarina procedeu-se a extração da sacarose desintegrando-a, utilizando-se 193 g de beterraba para 164 g de água. O mosto obtido com 28 g de açúcar foi submetido à filtração e posteriormente a fermentação, sendo inoculado com solução de fermento pré-ativada a temperatura de 30°C, na proporção de 30% solução de fermento a 70% de mosto. A etapa de fermentação foi mantida por 48 h. O material resultante da fermentação foi submetido a destilação fracionada, obtendo-se ao final 250 ml de álcool a 7 GL com 5,5% de álcool em massa. No processo realizado obteve-se uma eficiência de 95%.

Palavras-chave: Biocombustíveis. Álcool etílico. Desenvolvimento sustentável

1 Introdução

A Beterraba Sacarina (*Beta Vulgaris*) é uma planta dicotiledônea da família das quenopodiáceas. Segundo Alberto Gardé (1978) é uma planta adaptada ao clima

temperado, geralmente cultivado entre os meses de abril a setembro. A planta contém em suas raízes, uma elevada concentração de sacarose na faixa de 16 a 21%. Devido a esse teor de sacarose e comumente utilizada para produção de açúcar e álcool. A beterraba Sacarina é uma planta bienal, no primeiro ano acontece a fase vegetativa, durante a qual a planta se desenvolve e constitui seu estoque de açúcar na raiz, que mede de 15 a 35 cm de comprimento. No segundo ano ocorre a fase reprodutiva, onde ela usa essas reservas para produzir flores que evoluirão em frutos e sementes. Quando cultivada com interesse de produção de açúcar e álcool o ciclo é interrompido no primeiro ano.

Existe uma grande variedade comercial de beterraba sacarina. As variedades seguem duas linhas: as de maior teor de açúcar porém com produção baixa por hectare; e as de menor teor em açúcar mas com maior rendimento por hectare. A seleção da variedade de semente a ser usada deve se feita levando em consideração o objetivo final, as condições climáticas e o solo do local onde serão plantadas as sementes.

A nutrição do solo para produção da cultura afetará de maneira direta na quantidade e qualidade do produto final obtido, sendo necessário o conhecimento prévio do solo e das necessidades da cultura a ser desenvolvida. A beterraba Sacarina encontra melhores condições de desenvolvimento em terras homogêneas de consistência média e de textura granular, profundas e frescas com o pH ligeiramente alcalino de 7,8. No cultivo da beterraba são necessários o uso de forma equilibrada de certos nutrientes, como

9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

nitrogênio (N), o fósforo (P), o potássio (K), o magnésio (Mg), o enxofre (S), o boro (B) e o Manganês (Mn)(GARDÉ, 1978).

Mesmo que pouco conhecida no Brasil a beterraba Sacarina e uma antiga cultura de produção de açúcar e álcool na Europa que remota do século XIX, onde devido a uma guerra marítima entre França e Inglaterra, impediu-se que a França importasse açúcar de cana das ilhas do Caribe. Como solução para a falta de açúcar, o imperador Napoleão financiou a implantação de usinas de produção de açúcar usando a beterraba Sacarina. No século XX, cerca de 8,2 milhões de hectares eram ocupados em todo mundo por esta espécie, com uma produção global de 250 milhões de toneladas, mantendo-se em destaque na Europa até nos dias atuais (GARDÉ, 1978). Na atualidade, os principais produtores de açúcar da Europa são a França, a Alemanha e a Polônia. Só em território Francês, a beterraba envolve 25 usinas em atividade e 26 mil famílias de agricultores.

Atualmente existe uma grande necessidade de produzir matrizes energéticas alternativas ao uso de combustíveis fósseis. Isso é devido a perspectiva de escassez do petróleo ainda neste século, e a grande necessidade de se reduzir a emissão de gases poluentes do meio ambiente, preocupação que fica evidenciada nos tratados estabelecidos entre os países dentre eles o protocolo de Quioto, que visa a redução da emissão de gases poluentes. Isso faz com que os biocombustíveis ganhem cada vez mais importância e destaque. O álcool passou a ser utilizado como combustível no século XX, mas só em 1973 quando ocorreu a crise do petróleo, ele começou a ocupar um maior espaço na matriz energética brasileira.

Nessa crise o país importava cerca de 80% da sua necessidade de consumo. Para contê-la o governo federal lançou três programas, a substituição do diesel, do óleo combustível, e da gasolina por outras fontes de energia. Surge então O Programa Nacional de Álcool (Proalcool) com função de

regulamentar o uso de álcool anidro e para reduzir a importação de óleo cru e conter a crise. O governo financiou plantações de cana-de-açúcar e usinas de álcool, possibilitando o aumento da produção interna dos produtos. Em 1987 a produção de álcool atingiu 12 bilhões de litros, e em 1989 4,5 milhões de carros eram movimentados a álcool no Brasil e 60% da gasolina já havia sido substituída.

Atualmente, mesmo após o fim do programa, o álcool alcançou um grande mercado. O Brasil é o maior produtor mundial de açúcar cerca de 18,5% e também de etanol 36,4% sendo, ainda, o maior exportador mundial. Devido ao teor de sacarose apresentado pela beterraba Sacarina o presente trabalho tem por objetivo a produção de álcool etílico à partir da sacarose extraída da beterraba Sacarina.

2 Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento do projeto os pesquisadores realizaram o plantio das sementes de Beterraba sacarina. Pesquisas bibliográficas indicaram a necessidade de adubação antes do plantio, os pesquisadores efetuaram o plantio utilizando 0,200 kg de sulfato de amônio por hectare, além de adubação orgânica de origem animal, de forma e encontrar as melhores condições de plantio e rendimento de produção.

No processo de produção do álcool etílico a partir da beterraba Sacarina utilizou-se 193 g de Beterraba, para 164 g de água ($T = 25^{\circ}\text{C}$), sendo a extração da sacarose realizada utilizando um desintegrador e a borra foi lavada até obter um volume de 400 mL de solução. Posteriormente calculou-se a eficiência da extração usando os dados obtidos de porcentagem de sacarose e açúcares redutores totais e do grau Brix.

O mosto obtido da extração foi submetido a filtração utilizando um filtro de tecido de algodão, a borra resultante da filtração foi lavada até completar um volume de 400 ml de solução com 28 g de açúcar no

www.uniube.br/entec - UNIUBE Campus Aeroporto – Uberaba/MG

9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

caldo. Posteriormente a solução foi submetida ao processo de fermentação.

Preparo da levedura

A levedura *Saccharomyce cerevisiae* de marca Fleischmann foi diluída em água na proporção de 10 g de fermento para 100 ml de água a 30°C, mantendo essa temperatura por 2 h visando a pré-ativação da levedura. Posteriormente o filtrado foi inoculado com solução de levedura pré-ativada na proporção de 30% de solução de fermento e 70 % de mosto. A etapa de fermentação foi mantida por 48 h. (ANDRIETTA, 2014). O fermentado obtido foi submetido a destilação fracionada .

3 Resultados

No estudo testou-se o uso de 200 g de sulfato de amônio por hectare. Como resultado de 10 sementes plantadas 7 germinaram. Na etapa de extração da sacarose por desintegração utilizou-se 193 g de beterraba Sacarina para 164 g de água, lixiviando a borra até completar um volume de 400 ml de mosto, com 8,5 Brix.

Quantidade em gramas de sacarose na solução

Quantidade máxima sacarose no caldo (QM) =
Massa de beterraba x fração efetiva de sacarose

$$QM \equiv 193 \cdot 0,15 \equiv 28,95 \text{ g de açúcar} \quad (1)$$

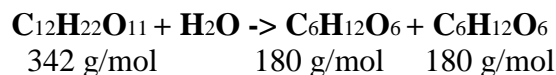
Porcentagem de sacarose

$$\text{Porcentagem sacarose: } \frac{28,95}{400} \cdot 100 = 7,2 \% \quad (2)$$

$$\text{Rendimento: } \frac{7,2}{8,5} \cdot 100 = 84,7 \quad (3)$$

Portanto 84,7% dos sólidos existentes na beterraba consistem em sacarose que foi

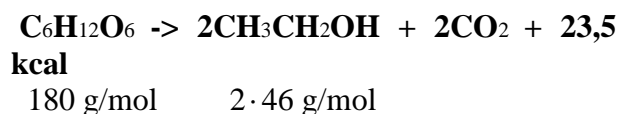
extraído na desintegração mecânica. O mosto obtido foi submetido à fermentação de acordo com a metodologia de Silvio Andrietta (2014) e mantida por 48 h.

Inversão da sacarose:

$$\text{Massa açúcar fermentescível: } \frac{360}{342} = 1,053 \quad (4)$$

$$\text{Massa de açúcar que teoricamente poderia fermentar} \equiv 1,053 \cdot 28 \cdot 0,95 \equiv 28 \text{ g} \quad (5)$$

Sendo de 95% o rendimento obtido em fermentação alcoólica, e 5% outros produtos secundários da fermentação.

Etapa de fermentação:

Massa de álcool que teoricamente deve-se encontrar:

$$M = \frac{2 \cdot 46}{180} \cdot 28 = 14,3 \text{ g} \quad (6)$$

Após finalizada a fermentação a solução foi destilada usando uma coluna fracionamento operando em uma temperatura de 70°C. Foram obtidos 250 ml de solução com 7 GL; de acordo com a tabela de conversão de álcool etílico apresentando 5,5% de álcool em massa.

$$\text{Massa álcool: } 0,99 \text{ g/ml} \cdot 250 \text{ ml} = 248 \text{ g (álcool diluído)} \quad (7)$$

$$\text{Massa de álcool puro: } \frac{248 \cdot 5,5}{100} = 13,64 \text{ g álcool.} \quad (8)$$

9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

Eficiência:

$$\eta = \frac{13,64 \text{ g}}{14,31 \text{ g}} \cdot 100 = 95\%$$

4 Discussão

Durante o desenvolvimento o projeto a principal dificuldade enfrentada foi adquirir a beterraba Sacarina, matéria-prima utilizada para extração de sacarose para realizar a fermentação. Surgiu a necessidade de efetuar o plantio da mesma, realizando correções do solo para uma maior eficiência na produção. Os testes foram realizados adubando com sulfato de amônio obtendo 70 % de germinação das sementes plantadas. Na etapa fermentativa utilizou-se a proporção de 30% de solução de fermento pré-ativada e 70 % de mosto. O fermentado após destilado obteve-se o volume de 250 ml com 7 Gl o qual foi considerado satisfatório, pois segundo Maia et.al,(1995) o teor de etanol é um fator limitado da fermentação alcoólica pois pode-se considerar que, acima de 8°GL, o etanol já começa a dissolver a membrana da célula, efeito que aumenta com o aumento da temperatura e inibi a ação da levedura. Obteve-se uma eficiência de 95% ao final do processo demonstrando que a beterraba Sacarina é uma alternativa para produção de álcool etílico.

5 Conclusão

Durante desenvolvimento deste trabalho realizou-se a produção de álcool etílico à partir das beterrabas cultivadas, onde obteve-se um rendimento alcoólico de 95%. Portanto a beterraba Sacarina consiste em uma alternativa para a produção de biocombustíveis, que hoje devido aos problemas ambientais ganha cada vez mais destaque e importância reafirmando a grande necessidade de voltar-se estudos e esforços

para se ter um desenvolvimento mais sustentável.

Referências

ANDRIETTA, Silvio. Comunicação pessoal. 2014

GARDÉ, Alberto H.. **Beterraba sacarina**. 5. ed. Santelmo: Agricultura Moderna, 1978. 94 p.

GLOBO, Rural. **No Norte da França, beterraba branca é matéria-prima de açúcar e etanol**. 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2012/03/acucar-da-beterraba-envolve-26-mil-familias-de-agricultores-na-franca.html>>. Acesso em: 09 nov. 2014.

KALI. **Beterraba-sacarina**. 2013. Disponível em: <http://www.kali-gmbh.com/ptpt/fertiliser/advisory_service/crop/sugar_beet.html>. Acesso em: 09 nov. 2014.

MAIA, F. S. Alternativas para Exportação de Cachaça

Artesanal: Um exemplo da Alemanha. 2005. Disponível

Em:<http://www.editora.ufla.br/site/_adm/upload/boletim/bol_57.pdf> Acesso em: 09 nov. 2014

STEFANO, Fabiane. Etanol de beterraba no Brasil

2009. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/blogs/mundo-agro/2009/09/23/198406/>>. Acesso em: 08 fev. 2015.

VIEIRA, Maria Célia Azeredo. Setor Sucroalcooleiro Brasileiro: Evolução e Perspectivas

2002. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/liv_perspectivas/07.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2014