

PRODUÇÃO DE ETANOL DE MANIPUEIRA TRATADA COM PROCESSO DE FLOTAÇÃO

Eloneida Aparecida Camili¹; Claudio Cabello²

1 Aluna de Doutorado do curso de Pós-graduação em “Energia na Agricultura” FCA/UNESP, Botucatu/SP. email: elocamili@fca.unesp.br; 2 Prof. Dr. CERAT/UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas - Fazenda Experimental Lageado, Rua José Barbosa de Barros - 1780, Caixa Postal - 237, Botucatu-SP, CEP 18610-307. email: dircerat@fca.unesp.br

PALAVRAS CHAVE: mandioca, resíduo, hidrólise enzimática, fermentação.

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* CRANTZ), da família das Euforbiáceas, é uma espécie de origem latino-americana e sua produção está voltada principalmente para o consumo humano. Mais de 80 países produzem mandioca, sendo que o Brasil participa com mais de 15% da produção mundial, com cerca de 25 milhões de toneladas de raízes. De fácil adaptação, a mandioca é cultivada em todos os estados brasileiros, situando-se entre os nove primeiros produtos agrícolas do País, em termos de área cultivada, e o sexto em valor de produção.

A disposição no ambiente, de resíduos gerados em diversas atividades industriais, tem resultado em freqüentes relatos de problemas de poluição ambiental. Tais problemas levaram as autoridades a elaborar medidas efetivas para minimizar a poluição. Entre essas medidas, podem ser citadas as reduções da quantidade de resíduo geradas, utilização de tecnologias que permitam gerar resíduos menos poluentes, tratamento adequado dos resíduos antes da disposição no ambiente e aproveitamento dos resíduos em outras atividades. Atualmente, as alternativas de valorização de resíduos através do seu aproveitamento tem sido muito incentivadas, já que podem contribuir para a redução da poluição ambiental, bem como permitir a valorização econômica desses resíduos tornando-o um subproduto e deste modo agregando valor ao processo de agroindustrialização.

A manipueira, resíduo líquido gerado nas indústrias de processamento de mandioca, contém altas concentrações de matéria orgânica, notadamente carboidratos, que a torna um poluente de oneroso manejo para estabilização. Apresenta potencialidade de aplicação que simultaneamente resolveria o problema do seu manejo e ainda recuperaria recursos na sua utilização. A preocupação com o resíduo manipueira é bastante significativa, já que a produção da farinha de mandioca gera entre 267 a 419 litros desse resíduo para cada tonelada de raiz processada.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois ensaios de fermentação alcoólica utilizando manipueira fresca e o outro com manipueira tratada pelo processo de flotação por ar induzido. Após o processo de hidrólise enzimática realizada em escala de bancada, em erlenmeyers de 500 mL, o hidrolisado foi avaliado por cromatografia líquida (HP série 1100), com coluna BIO RAD AMINEX HPX-87P (300 x 0,5 mm) n° 1250131 para determinação dos açúcares formados. Os hidrolisados foram utilizados como substrato no processo de fermentação alcoólica, sendo inoculado com levedura fresca *Saccharomyces cerevisiae*. O material homogeneizado foi agitado a 150 rpm a uma temperatura de 28 °C. Após 46 horas o material foi centrifugado e o vinho fermentado foi reservado para verificação da concentração de álcool produzido por cromatografia líquida (HP série 1100), com coluna da BIO RAD AMINEX HPX-87H (300 x 7,8 mm) n° 1250131.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 resume as concentrações iniciais e finais obtidas nas análises cromatográficas realizadas das alíquotas coletadas do hidrolisado produzido a partir de manipueira sem tratamento e com tratamento. Os valores obtidos demonstram que o processo de hidrólise obteve valores superiores a 100% em relação ao rendimento de glicose, fato esse decorrente da presença de linamarina que de acordo com Pantaroto (2001), a clivagem dos glicosídeos dá início a cianogênese, havendo a produção de glicose e α -hidroxinitrilas que se dissociam espontaneamente em pHs maiores que 5,0 ou por ação da hidroxinitrila liase (HNL), formando ácido cianídrico (HCN) e as cetonas correspondentes. Segundo Cereda (2001), nos produtos processados a partir de mandioca, a enzima hidrolítica da própria planta (linamarase) permanece ativa e cataliza a reação que libera uma molécula de glicose, de acetona e de ácido cianídrico. A linamarase tem pH ótimo entre 5,5 e 6,0.

Tabela 1 – Concentrações de sacarídeos verificadas nas amostras submetidas ao ensaio de hidrólise enzimática

Parâmetro	Manipueira s/ tratamento		Manipueira c/ tratamento	
	0 hs	30 hs	0 hs	30 hs
Frutose(g L ⁻¹)	11,34	16,20	13,75	14,06
Glicose (g L ⁻¹)	10,82	58,13	12,97	67,20
Sacarose (g L ⁻¹)	3,47	10,93	2,74	4,10
Maltose (g L ⁻¹)	0,22	10,85	0,41	3,85

O aumento na quantidade de glicose nas duas amostras (c/ tratamento e s/ tratamento) após o processo de hidrólise, também se deve a presença de amidos fragmentados, como, dextrinas e outras substâncias sensíveis à ação das enzimas amilolíticas utilizadas no processo. A partir das alíquotas coletadas do fermentado de maniveira c/ tratamento e s/ tratamento, foram realizadas análises cromatográficas, para verificar a fermentabilidade do substrato. Estima-se, que 5 % do açúcar metabolizado pela levedura seja desviado para gerar produtos secundários tais como glicerol, ácidos orgânicos, álcoois superiores na fermentação (RIBEIRO et al., 1987).

Na Tabela 2 estão demonstrados os valores da concentração dos principais componentes como etanol, metanol, glicerol, glicose, sacarose e frutose. Os valores são para o início e final da fermentação e pelos resultados observa-se que houve um consumo total da glicose do meio. Outros açúcares metabolizáveis pela levedura como a sacarose e a frutose não foram totalmente consumidas. Isto se deve pela incompleta formulação do mosto que não recebeu fonte nitrogenada (forma de aminos) e nem potássio e fósforo que permitiriam que o desempenho melhorasse consideravelmente. Segundo Schmidell et al. (2001), os nutrientes são necessários para o bom desenvolvimento da fermentação, afetando a velocidade e a multiplicação da levedura. A concentração adequada de nutrientes do mosto é de suma importância, pois se presentes em quantidades insuficientes ou exageradas, podem refletir de forma negativa sobre o processo fermentativo.

Observou-se após a fermentação a formação de 31,37 g L⁻¹ e 32,74 g L⁻¹ de etanol em maniveira c/ tratamento e s/ tratamento, respectivamente. Portanto, a eficiência do processo fermentativo foi calculada através do etanol obtido através da análise do teor alcoólico do fermentado e o etanol calculado estequiometricamente, tendo em média 86,30 % para a maniveira c/ tratamento e 93,75 % para a maniveira s/ tratamento. Esta diferença pode ter ocorrido por consequência do processo de flotação durante o processo os nutrientes presentes na maniveira também foram carregados ao flotado. Conforme anteriormente descrito, Schmidell et al. (2001) relatam que a falta de nutrientes pode acarretar consideravelmente o rendimento alcoólico e a viabilidade celular da levedura.

Segundo Ribeiro et al. (1987), juntamente com o etanol e CO₂, o metabolismo anaeróbio permite a formação e excreção de glicerol, ácidos orgânicos (succínico, acético, pirúvico e outros), álcoois superiores, acetaldeídos, acetoína, etc e simultaneamente ocorre o crescimento das leveduras.

A produção de glicerol neste estudo foi inferior (0,2 a 0,5%) a observada por Lima et al. (2001), em processo fermentativo com caldo de cana, que segundo os autores a porcentagem encontrada variou de 3 a 6 %.

Tabela 2 – Concentração de etanol, metanol, glicerol, glicose, sacarose e frutose nas amostras dos fermentados

Tempo (h)	Etanol (g L ⁻¹)		Glicerol (g L ⁻¹)		Metanol (g L ⁻¹)		Glicose (g L ⁻¹)		Sacarose (g L ⁻¹)		Frutose (g L ⁻¹)		Maltose (g L ⁻¹)	
	MC	MS	MC	MS	MC	MS	MC	MS	MC	MS	MC	MS	MC	MS
0	6,0	2,3	1,9	2,0	4,8	14,6	56,8	48,2	4,1	10,9	14,1	30,2	3,8	10,8
46	31,4	32,7	2,3	4,8	6,1	15,3	0,01	0,1	3,6	8,2	2,9	5,3	3,6	6,6

Obs. MC: manipueira c/ tratamento, MS: Manipueira s/ tratamento

Embora o desenvolvimento de um processo eficiente e econômico para produção de etanol a partir de manipueira possa resultar em sua utilização, o mesmo gera por sua vez outros resíduos, no caso a vinhaça, porém a mesma poderia ser utilizada “in natura” na alimentação animal, como se utiliza à gerada no processo de produção de álcool fino de cereais, ou ser utilizada como fertilizante como a gerada pela produção de álcool de cana de açúcar.

CONCLUSÕES

A manipueira apresenta-se como um substrato potencial para produção de etanol, produto de elevado valor agregado, sendo necessários maiores estudos para a viabilidade técnico-econômica do processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEREDA, M., P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: _____. (coord.). **Manejo, Uso e Tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, v.4, cap. 1, p.13-37.(Série Culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas), 2001.
- LIMA, U. A.; BASSO, L. C.; AMORIN, H. V. Produção de etanol. In:- **Biotecnologia**. São Paulo: E. Blucher, v. 3, cap. 1, p. 1-43, 2001.
- MATSUURA, F.C.A.U., FOLEGATTI, M.I.S., SARMENTO, S.B.S. **Processamento de mandioca** - Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial. Brasília DF: EMBRAPA/SEBRAE, parte 1, cap. 2, p.19-30. (Série Agronegócios), 2003
- PANTAROTO, S. CEREDA, M., P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: CEREDA, M., P (coord.). **Linamarina e sua decomposição no ambiente**. São Paulo: Fundação Cargill, v.4 cap. 2, p.(Série Culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas), 2001.
- RIBEIRO, F. J. LOPES, J. J. C. FERRARI, S. E. **Complementação de nitrogênio de forma contínua no processo de fermentação alcoólica**. Brasil açucareiro, v.105, n.1, p.26-30, 1987.
- SCHMIDELL, W., LIMA, U. A., AQUARONE, E., BORZANI, W. (cood). **Biotecnologia Industrial: engenharia bioquímica**. São Paulo: Edgard Blücher, v.2, p. 15-20. 2001.