EFEITO DO pH E CONCENTRAÇÃO DO HIDROLISADO HEMICELULÓSICO DE CASCAS DE BANANA PARA PRODUÇÃO DE ETANOL PELA BACTÉRIA *ZYMOMONAS MOBILIS*[1]

Juliana FERREIRA[2]
Amanda Alves LOPES[3]
Ágata Silva CABRAL[4]
Crispin Humberto GARCÍA-CRUZ[5]

RESUMO

As pesquisas atuais sinalizam como tecnologia emergente a produção de etanol combustível a partir de biomassas de composição lignocelulósica. Diversos materiais lignocelulósicos têm sido objeto de estudo, com grande destaque para os resíduos agrícolas, como as cascas de frutas. O interesse em *Zymomonas mobilis* tem sido reavivado, devido às vantagens de sua utilização sobre a tradicional levedura *Saccharomyces cerevisiae*, como o seu alto rendimento de conversão de açúcar a etanol e sua elevada resistência às altas concentrações de etanol. Dentro desse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a produção de bioetanol pela bactéria *Z. mobilis*, utilizando cascas de banana, variando a concentração de sólidos totais e o pH inicial do meio de fermentação. De acordo com as análises realizadas, somente a concentração de sólidos totais teve influência significativa na produção de etanol, resultando em uma concentração máxima de 1,6 g L^{-1} e uma produtividade de 0,2 g $L^{-1}h^{-1}$.

Palavras-chave**:** Bioetanol. Resíduo lignocelulósico. Casca de banana. *Zymomonas mobilis.*

1 INTRODUÇÃO

O etanol de segunda geração apresenta-se como uma boa alternativa para atender a demanda mundial de novas fontes ou tecnologias para produção de combustíveis, menos poluentes e renováveis. Pode-se dizer de uma maneira simples, que a obtenção de etanol a partir de biomassa envolve duas etapas. A primeira consiste na hidrólise dos polissacarídeos, gerando mono e dissacarídeos. A segunda etapa envolve a fermentação desses polissacarídeos

[1] Projeto de Doutorado

[2] Doutoranda em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (UNESP/IBILCE), Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos. Laboratório de Biopolímeros - São José do Rio Preto, São Paulo, ju_ferreirams@hotmail.com.
[3] Graduanda em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (UNESP/IBILCE), Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos. Laboratório de Biopolímeros - São José do Rio Preto, São Paulo, amandaalveslopes95@gmail.com.
[4] Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (UNESP/IBILCE), Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos. Laboratório de Biopolímeros - São José do Rio Preto, São Paulo, agata.cabral@gmail.com.
[5] Professor Titular, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (UNESP/IBILCE), Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos. Laboratório de Biopolímeros - São José do Rio Preto, São Paulo, crispin@ibilce.unesp.br.

em etanol (OGEDA; PETRI, 2010), por leveduras ou bactérias. Diversos materiais de composição lignocelulósicos têm sido estudados, como bagaço de cana-de-açúcar, madeira, resíduos agrícolas, com grande destaque para as cascas de frutas.

A cultura da banana ocupa o segundo lugar em volume de frutas produzidas no Brasil. Segundo IBGE, a produção de banana na safra de 2014 foi de 7.198.160 toneladas, em uma área de 488.717 hectares, apresentando um rendimento médio de 14.7 kg/ha. Considerando-se que a porcentagem da produção de banana que é industrializada neste país é de 3% (FOLEGATTI; MATSUURA, 2008), e que a casca da banana corresponde a 40% do seu peso, tem-se uma geração de resíduo industrial anual de aproximadamente 86 mil toneladas de cascas. Portanto, a produção de etanol de segunda geração pode ser uma alternativa para aproveitamento desses resíduos.

O interesse em *Zymomonas mobilis* tem sido reavivado, devido às vantagens de sua utilização sobre a tradicional levedura *Saccharomyces cerevisiae*, como o seu alto rendimento de conversão de açúcar a etanol e sua elevada resistência às altas concentrações de etanol (SPRENGER, 1996; BAI et al., 2008). Dentro desse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a produção de bioetanol pela bactéria *Z. mobilis*, utilizando cascas de banana como fonte de carbono, variando a concentração de sólidos totais e o pH inicial do meio de fermentação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas cascas de banana madura *Musa cavendischii*, popularmente conhecida como banana nanica. A hidrólise ácida das cascas foi realizada adicionando-se 50 ml de ácido sulfúrico (5%) para cada 10 g de casca, durante 15 min., a 121°C. Para hidrólise enzimática foi utilizado um Complexo de Enzimas fornecidas pela Novozymes Latin America Ltda. A hidrólise foi realizada em agitador orbital com temperatura controlada a 50ºC, 100 rpm, durante 24 h.

O microrganismo utilizado foi a bactéria *Zymomonas mobilis* CCT 4494, adquirida da Coleção de Culturas Tropical (CCT) da Fundação André Tosello - Pesquisa e Tecnologia de Campinas, SP. O meio de fermentação utilizado teve a seguinte composição em g L^{-1}: extrato de levedura, 5,0; KH_2PO_4, 1,0; $(NH_4)_2SO_4$, 1,0; $MgSO_4.7H_2O$, 1,0. Como fonte de carbono foi utilizado o hidrolisado de casca de banana. O pH inicial e as concentrações em Sólidos

Totais do caldo hidrolisado testados, estão apresentadas na Tabela 1. As fermentações foram realizadas durante 8 h, a 30°C, com agitação de 200 rpm. O etanol foi determinado por cromatografia gasosa, com Cromatógrafo – Focus GC - detector FID (Flame Ionization Detector).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as médias dos resultados obtidos na fermentação do hidrolisado hemicelulósico para produção de etanol. Foi encontrada uma variação de concentração do produto na faixa de 0,1 a 1,6 g L^{-1}, nas corridas 2 e 8, respectivamente. Na corrida 8 foi determinada também a maior produtividade de etanol, 0,2 g L^{-1} h^{-1}.

Tabela 1 - Planejamento fatorial completo composto central, com 2 variáveis independentes e a média da produção de etanol.

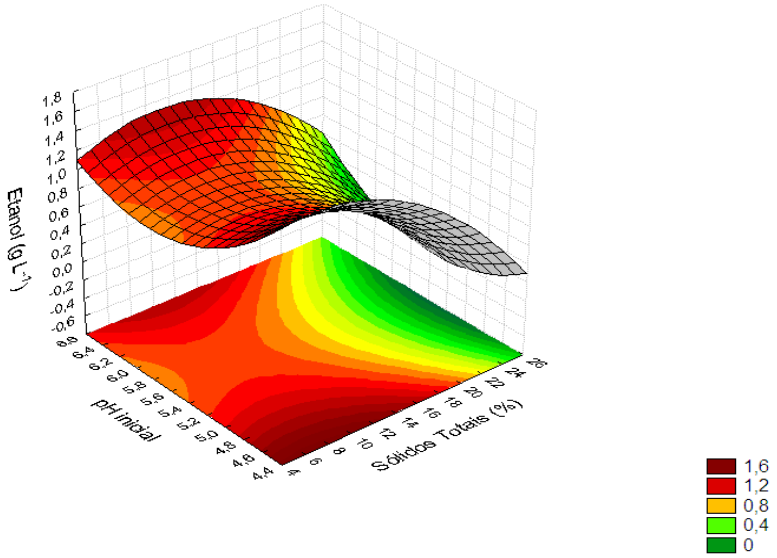
	VARIÁVEIS		**Resposta**
Corrida	**Sólidos Totais (%) (X_1)**	**pH inicial (X_2)**	**Etanol (g L^{-1})**
1	7,9 (-1)	4,8 (-1)	1,3
2	22,1 (+1)	4,8 (-1)	0,1
3	7,9 (-1)	6,2 (+1)	1,0
4	22,1 (+1)	6,2 (+1)	0,3
5	5 (-1,41)	5,5 (0)	0,9
6	25 (+1,41)	5,5 (0)	0,2
7	15 (0)	4,5 (−1,41)	1,4
8	15 (0)	6,5 (+1,41)	1,6
9	15 (0)	5,5 (0)	1,3
10	15 (0)	5,5 (0)	0,4
11	15 (0)	5,5 (0)	0,7

Fonte: Dos próprios autores.

Para produção de etanol somente a concentração de Sólidos Totais foi significante estatisticamente, com $p<0,05$. E o coeficiente de determinação da regressão (R^2) = 0,7527 para o modelo foi válido, indicando que ele explica 75,27% da variação dos dados observados. Este coeficiente mede a proporção da variação total da resposta que é explicada pelo modelo, desse modo, quanto maior o R^2 menor será o erro e melhor o modelo.

A variável X_1 (Sólidos Totais) apresentou efeito negativo, como pode ser observado na Figura 1, quanto menor a concentração de sólidos, maior produção de etanol. Nessa figura pode se observar também a não influencia do pH inicial, tem-se alta concentração de etanol tanto nos menores níveis (4,5), quanto nos maiores (6,5) avaliados.

Figura 1 - Superfície de resposta para produção de etanol (g L^{-1}) ao redor da concentração de sólidos totais (%) e do pH inicial do meio de fermentação.



Fonte: Dos próprios autores.

4 CONCLUSÃO

Para produção de etanol pela bactéria *Z. mobilis* somente a concentração de sólidos totais teve influência significativa, resultando em uma concentração máxima de etanol de 1,6 g L^{-1} e uma produtividade de 0,2 g L^{-1} h^{-1}.

REFERÊNCIAS

BAI, F. W.; ANDERSON, W. A.; MOO-YOUNG, M. Ethanol fermentation technologies from sugar and starch feedstocks. **Biotechnology Advances**, v. 26, p. 89–105, 2008.

FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U. **Processamento.** livro da Banana. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/LivroBananaCap13ID-PA3643xufd.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agrícola**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 16 jun. 2015.

OGEDA, T. L.; PETRI, D. F. S. Hidrólise enzimática de biomassa. **Química Nova**, v. 33, p. 1549-58, 2010.

SPRENGER, G. A. Carbohydrate metabolism in *Zymomonas mobilis*: a catabolic highway with some scenic routes. **FEMS Microbiology Letters**, v. 145, p. 301-7, 1996.