

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Amazônia Oriental  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*



18º Seminário de  
Iniciação Científica e  
2º Seminário de Pós-graduação  
da Embrapa Amazônia Oriental

ANNAIS 2014

12 a 14 de agosto

**Embrapa**  
Belém, PA  
2014



18º Seminário de Iniciação Científica e 2º Seminário de Pós-graduação da Embrapa Amazônia Oriental. 12 a 14 de agosto de 2014, Belém-PA

## **OBTENÇÃO DE ETANOL UTILIZANDO-SE DE MANDIOCABA**

**(*Manihot esculenta* CRANTZ)**

Rodrigo Aguiar<sup>1</sup>, Roberto Lisboa Cunha<sup>2</sup>, Elisa Ferreira Moura Cunha<sup>3</sup>,  
Karina Mirlane Barral e Sousa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Estudante de Mestrado do Programa de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária, UFRA, rodrigoagro08@hotmail.com

<sup>2</sup> Pesquisador A, Dr. em Fisiologia Vegetal, Embrapa Amazônia Oriental, roberto.cunha@embrapa.br

<sup>3</sup> Pesquisadora A, Dr. em Genética e Melhoramento, Embrapa Amazônia Oriental, elisa@cpatu.embrapa.br

<sup>4</sup> Discente do Curso Técnico em Agroindústria Juscelino Kubistcheck de Oliveira, mirlane.agro@hotmail.com

**Resumo:** A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) pode representar uma boa opção para a produção de etanol em áreas onde o cultivo da cana-de-açúcar não é viável e em períodos de entressafra. Objetivou-se avaliar o rendimento em etanol do caldo fermentado obtido de raízes de mandioca doce. Foram realizados 11 ensaios em um fermentador de 1 L, seguindo um planejamento fatorial do tipo composto central (DCC), com dois níveis originais, utilizando-se o software Statistica 7.0. As condições das fermentações investigadas foram pH inicial 4,5-6,0 e temperatura 28-35°C. Em todos os ensaios foi utilizado como mosto o caldo da mandiocaba devidamente esterilizado. Foi verificado que ao final das fermentações que se pode obter um teor alcoólico de 2,2 °GL a partir da mandiocaba. Notou-se que a produção de etanol foi maior em fermentações com baixas temperaturas, não havendo uma influência significativa do pH.

**Palavras chave:** agroenergia, etanol, mandioca doce

### **Introdução**

Originária da América do Sul, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) constitui um dos principais alimentos energéticos para mais de 700 milhões de pessoas, principalmente nos países em desenvolvimento. Mais de 100 países produzem mandioca, sendo que o Brasil participa com 10% da produção mundial, sendo o segundo maior produtor do mundo (FAO, 2014).

Um tipo distinto de raiz de reserva de mandioca com alto teor de água é conhecida e usada desde os tempos pré-colombianos pelos índios brasileiros na Amazônia, sob o nome de Manipueira (CUNHA, 1978). A mandioca doce é uma mutação genética encontrada na Amazônia que, em vez de amido, acumula glicose e alto teor de água na raiz. O processo de produção do etanol a partir dessa variedade de mandioca é similar ao da cana-de-açúcar e mais simples e barato que o etanol produzido com a mandioca convencional, pois dispensa o processo de sacarificação, na qual amido é convertido



em glicose. Portanto, objetivou-se avaliar o rendimento em etanol a partir da fermentação do caldo de mandioca.

### Material e Métodos

As amostragens foram obtidas a partir do banco de germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental de Belém/PA coletada em outubro de 2013, com 12 meses após o plantio. Após a retirada dessas raízes do campo e transporte, procedeu-se a limpeza das mesmas e, posterior armazenamento. O material ainda congelado foi triturado com o auxílio de um triturador industrial e prensado. O caldo então obtido foi armazenado em câmara fria -15°C. Os ensaios experimentais foram realizados através de um biorreator de bancada TECNAL ©, modelo 1,5. O mosto com aproximadamente 6° Brix foi autoclavado (121°C por 15 minutos) para a eliminação dos microorganismos indesejáveis. Em seguida foram armazenados em sacos de polpa de fruta de 1L e congelados até o momento da fermentação. Foram utilizadas as leveduras *Saccharomyces* na proporção de 20g/ litro de mosto. Procedeu-se a determinação do pH, segundo método nº 981.12 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1997). O teor alcoólico foi determinado através do alcoômetro do tipo Gay Lussac e Cartier. A determinação da concentração dos Açúcares Redutores Totais (ART) foi realizada utilizando-se de um equipamento denominado REDUTECH (TECNAL). Para análise da interação das variáveis de entrada e o estudo empírico das relações entre uma ou mais respostas obtidas, foi realizado delineamentos do tipo composto central (DCC), com dois níveis originais, utilizando-se o software Statistica 7.0 (StatSoft®, USA). A relação entre os valores codificados e os valores reais foi calculada com a utilização da equação: Eq. 1  $X_i = (x_i - X_0) / AX / 2$  Onde:  $X_i$  = Valor codificado da variável independente;  $x_i$  = Valor real da variável independente;  $X_0$  = Valor real da variável independente no ponto central,  $AX$  = Média da distância entre os níveis inferior e superior.

Os Níveis e variáveis estudadas no delineamento composto central (DCC 2<sup>3</sup>) para avaliação do pH (X1) e da Temperatura (X2) ótimos do rendimento alcoólico de mandioca são mostrados na tabela 1.

**Tabela 1:** Níveis e variáveis estudadas no delineamento composto central (DCC 2<sup>3</sup>) para avaliação do pH (X1) e da Temperatura (X2) ótimos do rendimento alcoólico de mandioca.

Variáveis independentes	Codificadas	Níveis				
		-α	-1	0	+1	+α
pH	X1	3,93	4	4,5	5	5,10
Temperatura (°C)	X2	29,63	30	32,5	35	35,37



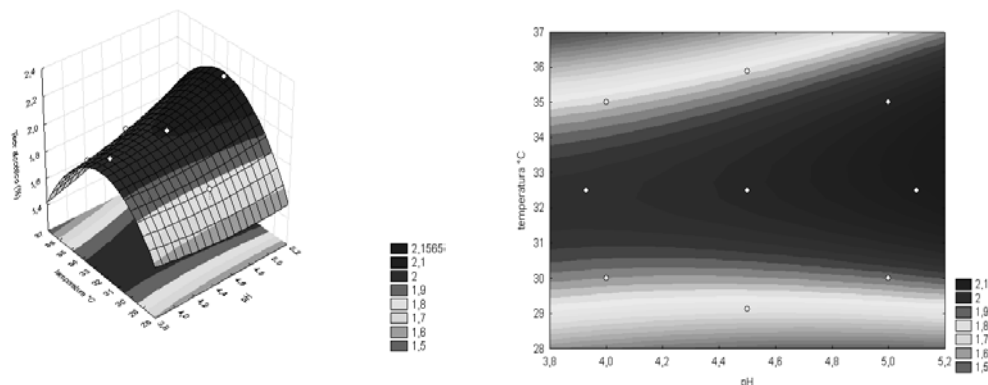
## Resultados e Discussão

A matriz de experimentos com as variáveis de entrada originais e os resultados da variável de resposta referente aos ensaios de fermentação, é apresentado na tabela 2.

Como o modelo foi significativo, foi possível construir as superfícies de resposta e definir regiões de interesse. A Figura 1 ilustra a superfície de resposta e a curva de contorno em função de X2 para o teor alcoólico. Por se tratar de um planejamento que visa otimizar três variáveis de processo, elas serão apresentadas graficamente duas a duas junto à resposta avaliada. Sendo assim, a Figura 2 ilustra a superfície de resposta e a curva de contorno em função de X1 e X2.

**Tabela 2.** Matriz do DCC com valores originais e codificados das variáveis e suas respostas em 10 h de fermentação.

Ensaio	pH		Temperatura °C		Variável Resposta		
	Codificada	Nominal	Codificada	Nominal	T. alcoólico	Rendimento	Produtividade
1	-1	4,0	-1	30	1,8	87,279	14,22
2	-1	4,0	1	30	1,8	84,809	14,22
3	1	5,0	-1	30	1,8	100	14,22
4	1	5,0	1	30	2,0	89,669	15,8
5	- $\alpha$	3,93	0	32,5	2,0	89,669	15,8
6	+ $\alpha$	5,10	0	32,5	2,2	99,089	17,38
7	0	4,5	- $\alpha$	29,12	1,8	80,249	14,22
8	0	4,5	+ $\alpha$	35,88	1,8	82,469	14,22
9 (C)	0	4,5	0	32,5	2,0	92,139	15,8
10 (C)	0	4,5	0	32,5	2,0	97,479	15,8
11 (C)	0	4,5	0	32,5	2,0	94,739	15,8



**Figura 1:** Superfície de resposta (esquerda) e curva de contorno (direita) para o teor alcoólico, rendimento e produtividade em função do pH e temperatura.

Mediante os dados encontrados na literatura a variável temperatura exerce influencia na produção de etanol. Para Morimura et al. (1997), diminuições em produção de etanol em fermentações de bateladas repetidas foram observadas quando a temperatura foi gradualmente aumentada de 30°C a



18º Seminário de Iniciação Científica e 2º Seminário de Pós-graduação da Embrapa Amazônia Oriental. 12 a 14 de agosto de 2014, Belém-PA

35°C. Já para Cardoso (2006), o controle da temperatura é um fator de grande importância durante o processo de fermentação, pois a levedura trabalha bem entre temperaturas de 25°C e 30°C. Valores de temperatura acima destes citados podem gerar enfraquecimento da levedura, criar boas condições para o aparecimento de outros microorganismos e ocasionar maiores perdas de álcool por evaporação, já temperaturas inferiores a 25°C diminuem a atividade da levedura. Por conseguinte, não foram constatadas grande influencias do pH na produção de etanol de acordo com os resultados encontrados. Segundo Ribeiro (2010), na maioria dos processos fermentativos o pH do meio afeta tanto o crescimento, como a formação do produto. A maioria dos microrganismos apresenta uma faixa estreita de pH, na qual crescimento e formação de produto ocorrem a altas velocidades e desta forma ele é controlado na maioria das fermentações. Embora haja exceções, bactérias usualmente crescem de no intervalo de pH de 4 a 8, leveduras de 3 a 6, mofos de 3 a 7 e células superiores na faixa de 6,5 a 7,5.

### Conclusão

Determinou-se que as condições ótimas para a obtenção do teor de etanol foi de 32,2°C e 5,1 pH; sendo o teor máximo de etanol obtido foi de 2,2%.

### Referências Bibliográficas

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16th ed. Gaithersburg, MD, 1997. 1141 p.
- CARDOSO, M. das G. (Ed.). **Produção de Aguardente de Cana**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. 445 p.
- CUNHA, A. G. da. **Dicionário Histórico das Palavras Portuguesas de Origem Tupi**., Brasília, DF: Companhia Melhoramentos: Universidade de Brasília, 1978. 357 p.
- FAO. **Cultivos**. 2014. Disponível em: < <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/Q/QC/S>> Acesso em: 14 jun. 2014.
- MORIMURA, S.; LING, Z. Y.; KIDA, K. Ethanol production by repeated-batch fermentation at high temperature in a molasses medium containing a high concentration of total sugar by a thermotolerant flocculating yeast with improved salt-tolerant. **Journal of Fermentation and Bioengineering**, v. 83, n. 3, p. 271-274, 1997.
- RIBEIRO, F. A. M. **Fermentação Alcoólica**: Modulo II, Processamento na industria sucroalcooleira. Uberaba: FAZU, 2010. Apostila.