

POTENCIAL DA UTILIZAÇÃO DE FRUTAS TÍPICAS DO SEMIÁRIDO POTIGUAR COMO FONTE DE SUBSTRATO NA FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA

M. S. L. BENEVIDES¹, M. V. L. O. SOARES¹, A. A. L. ARAUJO¹, R. D. VALENÇA¹, A. D. T. PINHEIRO¹.

¹ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Agrotecnologia e Ciências Sociais
Email: alvarodaniel@ufersa.edu.br

RESUMO - O Rio Grande do Norte destaca-se pela fruticultura irrigada e por ser um dos polos agrícolas mais variados do Nordeste brasileiro, sendo o melão, o caju, a banana, a manga, a melancia e a uva as principais frutas produzidas nessa região. Nesse contexto, estudou-se a influência do processamento inicial do melão de três diferentes formas, utilizando como meio de cultura: o suco extraído da polpa do melão, da polpa mais entrecasca e do fruto completo (polpa + entrecasca + casca). As fermentações foram realizadas em incubadora tiposhaker a 30 °C e rotação de 150 rpm por um período de 10 horas. Ao utilizar-se apenas o suco da polpa do melão como substrato, foi observado o melhor rendimento 92% e o melhor crescimento celular quando comparado com o suco da polpa do melão com a entrecasca que obteve uma eficiência de 63% e com o suco da polpa do melão com a casca 77%.

1. INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro é favorecido a exploração da fruticultura tropical irrigada. De acordo com esse cenário nordestino, o Rio Grande do Norte tem aumentado sua produção na fruticultura irrigada, sendo, hoje, o maior produtor e exportador nacional de melão e carro-chefe na comercialização de frutas para o exterior, como: banana, manga, caju, mamão, melancia e acerola (ARAÚJO & CAMPOS, 2011).

No final do século XIX, no nordeste brasileiro, destacaram-se as ações governamentais para a modernização da agricultura consistindo no incentivo a irrigação nas áreas semiáridas, dando continuidade a velha política das águas. O sucesso do programa exigia a construção de obras de infraestrutura hídrica (açudes, poços, barragens) e de irrigação. Então, a partir desse esforço essa região passou a ocupar um lugar de destaque no setor de fruticultura irrigada e, a maior região produtora de melão no país atualmente localiza-se no polo Açu/Mossoró, no Rio Grande do Norte (SOUZA, 2005).

O polo Açu/Mossoró localiza-se na região oeste do Rio Grande do Norte, sendo o mesmo dividido em duas subzonas: a de Açu e a de Mossoró, que se diferenciam quanto à forma de captação de água para irrigação. Na subzona de Açu, a irrigação é feita através de canais que captam água dos rios Pataxó, Piranhas e da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, já a subzona de Mossoró, a captação da água é feita principalmente através de poços artesianos. Esse polo compreende os municípios potiguares de Mossoró, Açu, Baraúna, Carnaubais, Upanema,

Ipanguaçu, Alto do Rodrigues, Afonso Bezerra, Pendências e Serra do Mel. E caracteriza-se pela produção irrigada de frutas, predominando as culturas de melão, melancia, banana e caju (HORTIFRUTI BRASIL, 2006).

Quanto à fermentação alcoólica, sabe-se que a mesma consiste na transformação de carboidratos em etanol e gás carbônico através do metabolismo anaeróbio, podendo a mesma gerar outras substâncias como glicerol e ácido acético em menores quantidades. Os substratos utilizados na fermentação alcoólica são altamente variáveis e podem ser constituídos por produtos de açúcar, tais como o caldo de cana-de-açúcar, raiz de beterraba, mel, melaço e frutas ou de matérias amiláceas, como grãos de amido, raízes tubérculos e outros (ALENCAR *et al.*, 2009).

Desta maneira, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de etanol por fermentação do suco de melão proveniente do processamento da polpa do melão, da polpa e da entrecasca e polpa juntamente com a casca.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Obtenção do suco de melão

A produção de etanol foi avaliada a partir de três sucos de melão (suco da polpa do melão, da polpa do melão com a entrecasca e da polpa com a casca). Esses sucos não clarificados foram obtidos a partir do melão amarelo e foram fermentados utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. O desempenho do substrato no processo de fermentação dos sucos foi avaliado através da produção de etanol, consumo de substrato e pelo rendimento final de etanol.

Inicialmente, os melões foram lavados em água e álcool etílico 70%. Em seguida, o melão foi cortado em cubos, os quais foram triturados para a obtenção do suco. Seu pH foi ajustado com ácido sulfúrico P.A. para 4,5 e sua esterilização se deu em autoclave a 110 °C por 10 minutos.

2.2. Microrganismo

O microrganismo utilizado **como substrato** para fermentação alcoólica foi a levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae*. Desta forma pesaram-se 3g desses microrganismos e os mesmos foram colocados dentro de erlenmeyers de 500 mL para crescer em 1,5 L de meio sintético (glicose+frutose). Posteriormente foram colocados em uma incubadora tipo shaker a uma temperatura de 30 °C e 150 rpm por um período de 24 horas.

2.3. Fermentação

A fermentação alcoólica ocorreu em frascos de erlenmeyer de 500 mL, utilizando 250 mL de suco de melão como meio de cultura e 5 g.L⁻¹ de concentração da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, conduzidas em shaker (Tecnal – TE 420) sob agitação de 150 rpm por um período de 10 horas e 30 °C. Amostras foram retiradas em intervalos de tempo pré-definidos para serem analisadas.

2.4. Métodos analíticos

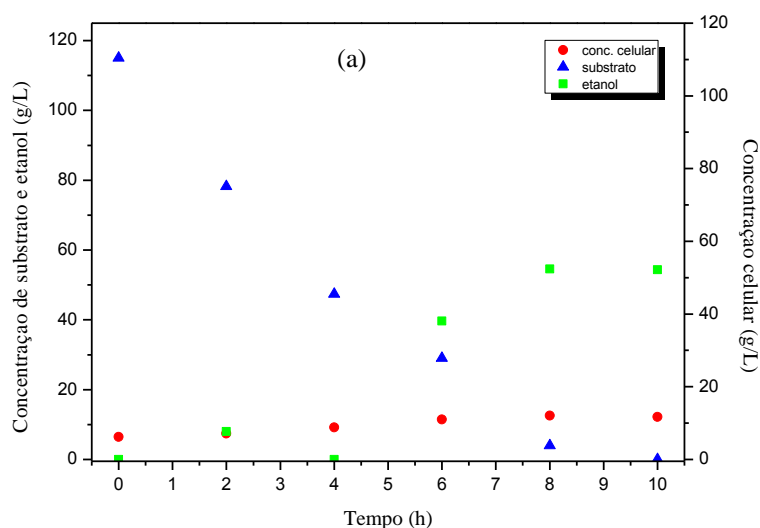
Concentração celular: Para mensurar a concentração de biomassa, fez-se uso da densidade óptica (D.O) a 410 nm com auxílio de um espectrofotômetro. Esse método é baseado na medida da turvação de uma solução em função da quantidade de células em suspensão, sendo simples e rápida a sua execução.

Concentração de substrato e produto: Para mensurar as concentrações de substrato e produtos, utilizou-se cromatógrafo líquido de alta eficiência – CLAE (Waters, Milford, MA, EUA) equipado com um detector de índice de refração Waters 2414 e com uma coluna Aminex HPX-87H (Bio-Rad, Hercules, CA, EUA). Ácido sulfúrico 5 mmol.L⁻¹ foi usado como fase móvel (eluente) na vazão de 0,5 mL.min⁻¹ a 65 °C, sendo o volume de injeção das amostras de 20 µL.

Cálculo dos rendimentos e parâmetros cinéticos: A partir dos ensaios experimentais, obtiveram-se os dados necessários (concentração de biomassa, substrato, produto) para determinação dos parâmetros cinéticos da fermentação alcoólica, tais como velocidade específica de crescimento ($\mu_{m\acute{a}x}$), conversão de célula em produto ($Y_{p/x}$), conversão de substrato em célula ($Y_{x/s}$), conversão, eficiência e produtividade.

3. RESULTADOS

A influência do processamento inicial do melão na produção de etanol foi avaliada a partir do consumo do substrato, da formação de etanol e do crescimento celular, sendo o resultado mostrado na Figura 1. Analisando a Figura 1, observa-se que ao utilizar o suco da polpa do melão como substrato, verifica-se que após 10 h de fermentação ocorreu um maior crescimento celular 12,20 g.L⁻¹. Já no suco do melão com a casca, todo substrato foi consumido após 6 h de fermentação. A maior produção de etanol (54,34 g.L⁻¹) ocorreu quando utilizou-se o suco da polpa do melão como substrato, sendo a menor (22,97 g.L⁻¹) obtida no suco da polpa do melão com a casca.



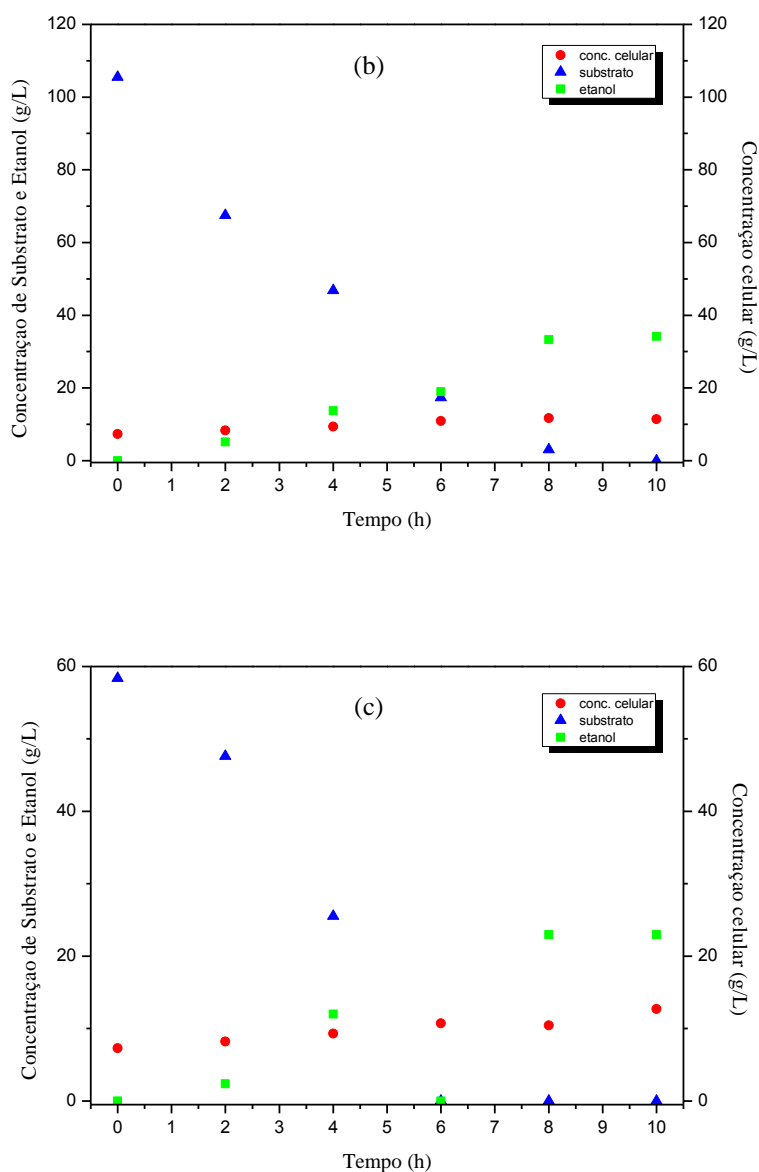


Figura 1. Efeito do processamento do melão na cinética do processo fermentativo. (a) suco da polpa; (b) suco da polpa com a entrecasca; (c) suco da polpa com a casca.

Além da análise gráfica do perfil do processo fermentativo, avaliou-se a influência dos sucos do melão nos seguintes parâmetros cinéticos: máxima velocidade específica de crescimento ($\mu_{\text{máx}}$), conversão de célula em produto ($Y_{p/x}$), conversão de substrato em célula ($Y_{x/s}$), conversão, eficiência e produtividade. Os valores obtidos para os parâmetros citados anteriormente encontram-se na Tabela 1, para o suco da polpa do melão, da polpa mais a entrecasca e da polpa mais a casca.

Tabela 1 – Parâmetros cinéticos obtidos para a levedura *Saccharomyces cerevisiae* para os diferentes tipos de substratos na fermentação alcoólica do suco de melão.

Parâmetros cinéticos	Substratos		
	Polpa de melão	Polpa + entrecasca	Polpa + casca
$\mu_{\text{máx}}$ (h^{-1})	0,0639	0,0441	0,0555
$Y_{\text{x/s}}$ ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	0,05	0,04	0,09
$Y_{\text{p/x}}$ ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	9,43	8,42	4,25
$Y_{\text{p/s}}$ ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	0,47	0,32	0,39
η (%)	92,446	63,375	77,001
Q_p ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	6,821	3,416	2,297

De acordo com a Tabela 1, observa-se que a máxima velocidade específica de crescimento ($\mu_{\text{máx}}$) apresentou uma diminuição entre o suco da polpa do melão ($0,0639 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$), a polpa com a entrecasca ($0,0441 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$) e a polpa com a casca ($0,0555 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$), isso ocorre devido à presença de taninos (fenóis presentes no fruto verde de muitas plantas e que atuam como instrumento de defesa) na casca do melão. Os parâmetros de conversão de substrato em célula ($Y_{\text{x/s}}$) e célula em produto ($Y_{\text{p/x}}$) apresentaram comportamentos distintos. Apresenta um aumento de $Y_{\text{x/s}}$, que relaciona a quantidade de biomassa produzida e a quantidade de substrato consumida, sendo que quanto menor seu valor melhor, a polpa com a entrecasca ($0,04 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$), e o $Y_{\text{p/x}}$, que relaciona o produto formado por biomassa consumida, apresenta valores decrescentes onde quanto maior seu valor melhor, a polpa do melão ($9,43 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$). Na conversão de $Y_{\text{p/s}}$, que relaciona o produto formado pelo substrato, o da polpa de melão possui o maior valor ($0,47 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$). Em relação ao rendimento (η), possui um maior valor para o suco da polpa do melão ($92,45\%$), seguido do suco da polpa do melão com a casca (77%) e assumindo um valor inferior ($63,37\%$) para o suco da polpa do melão com a entrecasca. Observando também a produtividade, que é a concentração máxima de etanol obtida pelo tempo que levou para a obtenção do mesmo, verifica-se uma diminuição entre os substratos, sendo o melhor resultado a da polpa do suco de melão ($6,821 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$).

4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos na avaliação dos sucos de melão como substrato, observou-se que o suco da polpa do melão é bastante influente no rendimento do processo de fermentação alcoólica. Os resultados mostraram cinéticas diferentes para a fermentação do suco da polpa do melão, da polpa mais a entrecasca e da polpa mais a casca. A influência dos sucos do melão também foi avaliada calculando-se os parâmetros de máxima velocidade específica de crescimento ($\mu_{\text{máx}}$), da conversão de célula em produto ($Y_{\text{p/x}}$), conversão de substrato em célula ($Y_{\text{x/s}}$), conversão de substrato em produto ($Y_{\text{p/s}}$), conversão, eficiência e produtividade, os melhores resultados obtidos na conversão de substrato em produto e no rendimento da fermentação foi de $0,47 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ e $92,45\%$, respectivamente. Portanto, constatou-se que o suco da polpa do melão apresenta todas as características necessárias para a produção do etanol.

5. REFERÊNCIAS

ALENCAR, E. M. B.; SOUZA-MOTTA, C.M.; WALTER, B. S.; SANTOS, R. M. P.; MARQUES, O. M.; QUEIROZ, L. A. Fermentation capacity of *Saccharomyces cerevisiae* cultures. *Braz. Arch. Biol. Technol.* v. 52, n. 4, p. 819-824, July/Aug., 2009.

Hortifruti Brasil. *CEPEA-USP/ESALQ*. n.44. p. 1-28, 2006.

NACHREINER, M. L.; BOTEON, M.; DE PAULA, T.S. *Sistema agroindustrial do melão: Mossoró versus Juazeiro*. São Paulo: USP, 2002.

OLIVEIRA, L. G.; MANTOVANI, S. M. Transformações biológicas: contribuições e perspectivas. *Quim. Nova*, v. 32, n. 3, p. 742-756, 2009.

SCHIMIDELL, W.; LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. *Biotechnology Industrial Engenharia Bioquímica*. v. 2, São Paulo: Blucher, 2001.

SOUZA, F. C. S. *Potencialidades e (in)sustentabilidade no semiárido potiguar*. Natal: Editora do CEFET-RN, 2005.