PRODUÇÃO DE HIDROMEL COM POLPA DE TAMARINDO (*Tamarindus indica* L.)

**Adriana Soares Anunciação¹; Ernesto Acosta Martinez²; Thaíse Souza Amorim³;
July Ane Barreto Martins⁴ e Sílvia Maria Almeida de Souza⁵**

1. Bolsista PIBITI/CNPq, Graduando em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: anunciacao.adrianasouza85@gmail.com
2. Orientador, DTEC, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: ernesto.amartinez@yahoo.com.br
3. Participante, DTEC, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: thaaise.s@gmail.com
4. Participante, DTEC, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: julyanemartins@hotmail.com
5. Coordenadora do projeto, DTEC, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: ss_almeida@yahoo.com.br

PALAVRAS-CHAVE: Mel, Tamarindo, Fermentação

INTRODUÇÃO

O tamarindo (*Tamarindus indica* L.) é uma fruta com alto potencial a ser ainda explorado pelo mercado e pode representar fonte de renda para famílias do Nordeste brasileiro. A polpa do tamarindo é rica em ácidos orgânicos como tartárico, cítrico, málico e ascórbico (Vieira Neto, 2002), sendo destaque como o mais azedo de todos os frutos (Watanabe, 2007). O hidromel é uma bebida fermentada a partir do mel, água e leveduras. Atualmente, no mercado nacional, uma garrafa de hidromel de 750 mL chega a custar R\$50,00, evidenciando uma atividade economicamente viável para a agricultura familiar. Sucos de frutas, sais e ácidos orgânicos podem ser empregados como aditivos para estimular a fermentação e melhorar o aroma de diferentes tipos de hidromel (Gupta; Sharma, 2009). O presente trabalho teve como objetivo estudar o processo de produção de hidromel com polpa de tamarindo por *Saccharomyces cerevisiae*.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria prima: Foi utilizada polpa industrial de tamarindo comprada no supermercado de Feira de Santana - BA. Foram realizadas as análises físico-químicas da polpa tais como pH, acidez, vitamina C e cinzas (Instituto Adolfo Lutz, 2008), proteínas (Galvani; Gaertner, 2006) e densidade e sólidos solúveis por refratômetro.

O mel foi pasteurizado nas melhores condições segundo Anjos & Martínez (2015).

Processo de fermentação: Foi obtido o mosto, diluindo o mel com água destilada para 30 °Brix. Foi realizada a esterilização da água destilada nas condições de 121°C durante 30 min em autoclave. As fermentações foram realizadas em frascos Erlenmeyer (250 mL de meio) utilizando 0, 10, 20 e 30% de polpa de tamarindo com relação ao mosto de mel contendo sulfato de amônio (0,3 g/L) e cloreto de magnésio (0,05 g/L), pH 4,5, inoculados com $3,0 \times 10^6$ cel/min de *S. cerevisiae* incubados a 30°C durante 288 h. O rendimento, a eficiência de fermentação e a produtividade volumétrica em etanol foram as variáveis de resposta.

Cinética da fermentação: Durante o processo fermentativo foram retiradas amostras para análises de pH, teor de sólidos solúveis (°Brix) e concentração de células por contagem em câmara de Neubauer e viabilidade celular pelo uso de azul de metileno; densidade e etanol em densímetro automático DDM 2911 Rudolph Research Analytical. As concentrações de sacarose, glucose, frutose, etanol, glicerol e ácido acético na fermentação sem adição de polpa foram determinados em cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC) (Waters 410, USA) usando uma coluna BIORAD AMINEX HPX-87H (300 × 7.8), detector de índice de refração RID 6A, usando ácido sulfúrico 0,01N como eluente, taxa de fluxo de 0,6 mL/min e 45 °C de temperatura na coluna.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi utilizada a polpa de tamarindo da Marca Brasfrut adquirida na cidade de Feira de Santana(BA).

Na Tabela 1 são apresentadas as características físico-químicas da polpa de tamarindo utilizada neste estudo e das polpas relatadas na literatura. O valor de pH da polpa comercializada foi de $2,57 \pm 0,024$ próximos a $2,5 \pm 0,2$ e $2,95 \pm 0,10$ encontrados por Canuto *et al.* (2010) e Hamacek (2013) respectivamente. Polpa de tamarindo com pH superior ($3,52 \pm 0,15$) foi reportada por Batista *et al.* (2013). A legislação brasileira possui padrões de pH para polpas de mango, uva, cajá, maracujá e caju porém não existe padrão para polpas de tamarindo (Brasil, 2000).

Tabela 1. Características físico-químicas da polpa de tamarindo comercializada e de polpas relatadas na literatura.

Propriedades	Média $\pm$ DP	Canuto <i>et al.</i> (2010)	Hamacek (2012)	Batista <i>et al.</i> (2013)
pH	$2,57 \pm 0,024$	$2,5 \pm 0,2$	$2,95 \pm 0,10$	$3,52 \pm 0,15$
Sólidos solúveis (SS, °Brix)	$11,0 \pm 0,047$	$24,0 \pm 0,0$	$44,00 \pm 4,25$	$14,40 \pm 0,10$
Acidez titulável (AT, %)	$40,55 \pm 1,015$	$30,6 \pm 0,2$	$18,52 \pm 0,77$	$0,33 \pm 0,02$
SS/AT	$0,269 \pm 0,008$	-	$2,38 \pm 0,33$	$3,27 \pm 0,18$
Vitamina C (mg%)	$1,355 \pm 0,125$	$0,1 \pm 0,0$	-	$0,89 \pm 0,20$
Cinzas (%)	$0,161 \pm 0,265$	-	$2,37 \pm 0,06$	-
Proteínas (%)	$4,541 \pm 0,326$	-	$6,09 \pm 0,40$	-
Densidade (g/mL)	$1,082 \pm 0,026$	-	-	-

A polpa utilizada neste trabalho possui um teor de sólidos solúveis 4 e 2,2 vezes menor que os valores reportados por Hamacek (2012) e Batista *et al.* (2013), respectivamente. Diversos fatores como clima, pluviosidade durante o cultivo e adição de água durante o processo de fabricação podem ter efeito sobre o teor de sólidos solúveis nas polpas. O tempo de maturação e as variedades de tamarindo também são importantes fatores a serem considerados para o aproveitamento industrial do fruto (Batista *et al.*, 2015).

A acidez titulável da polpa comercializada foi maior que a das polpas reportadas na literatura. Este parâmetro é o responsável pelo sabor ácido ou azedo dos frutos sendo importante na análise do estado de conservação de um produto alimentício. Dentre os ácidos mais encontrados podem estar o málico, tartárico, cítrico e pirúvico que por serem voláteis contribuem para o aroma da fruta (Batista *et al.*, 2013). Como consequência do menor valor de SS e maior AT resultou em uma menor relação SS/AT (0,269) quando comparada com os valores 2,38 e 3,27 reportados por Hamacek (2012) e Batista *et al.* (2013) (3,27), respectivamente. Esta relação é uma das melhores formas para avaliar o sabor das frutas que ocorre geralmente como resultado do balanço de açúcares e ácidos sendo mais representativo que a medição dos dois parâmetros isoladamente (Batista *et al.*, 2013). O teor de vitamina C da polpa comercializada foi maior que os teores encontrados por Canuto *et al.* (2010) e Batista *et al.* (2013), que foram 0,1 e 0,89 respectivamente. As diferenças podem ser atribuídas à uma degradação menos intensa da vitamina com o período de estocagem, o contato com o oxigênio atmosférico ou com a ação da luz. Os teores de cinzas e proteínas resultaram em 0,16% e 4,54% respectivamente, sendo inferiores aos valores de 2,37 e 6,09, respectivamente verificados por Hamacek (2013). A densidade da polpa de tamarindo encontrado foi de 1,082 g/mL.

Na Figura 1 A e B apresentam-se os perfis de concentração de açúcares (sacarose, glicose e frutose), etanol, glicerol, ácido acético e células durante a fermentação do mosto de mel e água (30 °Brix) e de teor de sólidos solúveis, etanol e células nas fermentações com 10, 20 e 30% de polpa de tamarindo pela levedura *S. cerevisiae*

Montrachet, respectivamente. O mosto tinha uma composição inicial de 53,1 g/L de sacarose, 112,2 g/L de glicose e 127,9 g/L de frutose.

Figura 1: A. Perfis de concentração de açúcares (sacarose, glicose e frutose), etanol, glicerol, ácido acético e concentração celular durante a fermentação do mosto de mel e água (30 °Brix) e B. de sólidos solúveis, etanol e células do mosto contendo 10, 20 e 30% de polpa de tamarindo pela levedura *S. cerevisiae* Montrachet.

Pode ser verificado que a concentração de sacarose se manteve praticamente constante ao longo do processo fermentativo. Este fato está relacionado com a impossibilidade do metabolismo deste dissacarídeo pela levedura. Após 48 h de fermentação foram constatados consumos acentuados de 56,25% de glicose e de 20,13% de frutose pela *S. cerevisiae* os quais foram usados na produção de 60,0 g/L de etanol (7,55% v/v), 9,4 g/L de glicerol e 1,5 g/L de ácido acético assim como para o crescimento celular ($6,2 \times 10^7$ cel/mL). Consumos de 83,1% e 58,52% de glicose e frutose, respectivamente e a produção de 65,5 g/L de etanol e 10×10^7 cel/mL foram verificados após 72 h de fermentação. Ao final do processo fermentativo foi produzido um hidromel contendo 3,6 g/L de glicose (96,8% de consumo), 27,4 g/L de frutose (78,6% de consumo), 104,3 g/L de etanol (14,7% v/v) e concentração celular de $12,4 \times 10^7$ cel/mL. As concentrações de glicerol e ácido acético se mantiveram praticamente constantes no hidromel a partir das 48 h de fermentação. Houve um consumo menos acentuado dos açúcares fermentescíveis pelo microrganismo a partir das 72 h de fermentação que apresentou consumo simultâneo dos açúcares porém com maior consumo de glicose com relação à frutose ao longo do processo fermentativo.

Nas primeiras 48 h de fermentação, independentemente da concentração de polpa utilizada no mosto, observa-se uma diminuição acentuada dos sólidos solúveis (°Brix) e um aumento na produção de etanol pela levedura (Figura 1 B). Após 48 h de fermentação foram constatados consumos aproximados de 43,43%, 39,86% e 46,2% de açúcares (°Brix) pela *S. cerevisiae* os quais foram usados na produção de 93,52 g/L (11,85% v/v), 86,34 g/L (10,94% v/v) e 87,5 g/L (11,09% v/v) g/L de etanol, assim como para o crescimento celular ($7,7 \times 10^9$ cel/mL, $7,5 \times 10^9$ cel/mL e $7,3 \times 10^9$ cel/mL) na concentração com 10, 20 e 30% de polpa de tamarindo, respectivamente. Após 72 h de fermentação teor de sólidos solúveis e a concentração de etanol se mantiveram praticamente constantes e pode ser verificado que o número de célula se manteve praticamente constante no processo fermentativo nas três concentrações de polpa de tamarindo utilizadas. Similares resultados em relação aos valores de sólidos solúveis e etanol constantes foram relatados por Ilha *et al.* (2008). Consumos de 12,7, 12,3 e 11,5% de açúcares, respectivamente, a produção de etanol 112,54 g/L, 108,76 g/L e 100,06 g/L e de células de $7,3 \times 10^9$ cel/mL, $7,6 \times 10^9$ cel/mL e $7,6 \times 10^8$ foram verificados após 72 h de fermentação com 10, 20 e 30% de polpa de tamarindo respectivamente. Ao final do processo fermentativo (288 h) foram produzidos hidroméis contendo 112,54 g/L (14,26% v/v), 108,76 g/L (13,78% v/v) e 100,06 g/L (12,68% v/v) de etanol e concentração celular de $7,7 \times 10^9$ cel/mL, $7,5 \times 10^9$ cel/mL e $7,6 \times 10^9$ cel/mL com 10, 20 e 30% de polpa de tamarindo, respectivamente no mosto. A viabilidade celular foi maior (99,9%) em meio contendo polpa de tamarindo que em meio de água com mel (96%) ao longo do processo fermentativo.

A maior de produtividade volumétrica em etanol (1,91 g/L.h) foi obtida com 10% de polpa após 48 h de fermentação. As produtividades em etanol foram superiores com o

uso de polpa após 48, 72 e 120 h. Maiores valores de fator de conversão de substrato em produto (0,42 g/g) e de eficiência de fermentação (82,2%) foram obtidos sem a adição de polpa ao mosto. O fator de conversão apresentou pouca variação em função da concentração de polpa assim como com o aumento do tempo de fermentação e valores entre 0,39 e 0,42 g/g significam que de 39 a 42 g de etanol foram produzidos a partir de 100 g de açúcar. Ilha *et al.* (2008) a partir da fermentação do mel silvestre diluído em água (21°Brix) nas condições de temperatura ambiente e pH 4,5 durante 84 h de fermentação obteve um hidromel com teor alcoólico de 8,02% (v/v), rendimento de fermentação de 41,53% e eficiência de fermentação de 81,27%.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A polpa de tamarindo possui propriedades físico-químicas que favorecem seu uso como matéria-prima na produção de outros alimentos. É possível produzir hidromel com polpa de tamarindo. A maior concentração de etanol e produtividade volumétrica em etanol no processo foi obtida com o uso de 10% de polpa no meio de fermentação. O uso de polpas de tamarindo produziu um aumento da produtividade volumétrica em etanol assim como da viabilidade celular no processo.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, M. B.; MARTINEZ, E. C. 2015. *Efeito do tratamento térmico nas propriedades físico-químicas e microbiológicas do mosto do mel*. Trabalho de Iniciação Científica – PROBIC. Feira de Santana.
- BATISTA, Â. G.; OLIVEIRA, B. D'; OLIVEIRA, M. A.; GUEDES, T. J.; SILVA, D. F.; PINTO, N. A.; VILLELA D. 2013. Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas: uma abordagem para produção do agronegócio familiar no Alto Vale do Jequitinhonha. *Tecnol. & Ciên. Agropec.*, 7(4):49-54, dez.
- BRASIL. 2000. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa no 01, de 07 de janeiro de 2000. Aprova o *Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta*. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 09 mar. 2011.
- CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. D.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. T. 2010. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(4):1196-1205.
- HAMACEK, F. R. 2012. *Caracterização física, química e valor nutricional de espécies frutíferas do Cerrado de Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- GALVANI, F.; GAERTNER, E. 2006. *Adequação da Metodologia Kjeldahl para determinação de Nitrogênio Total e Proteína Bruta*, Corumbá-MS, Maio. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/CT63.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2015.
- GUPTA, J. K.; SHARMA, R. 2009. Production technology and quality characteristics of mead and fruit-honey wines: A review. *Natural Products Radiance*, 8(4):345-355.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2008. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.
- ILHA, E. C.; BERTOLDI, F.C; REIS, V. D. A.; SANT'ANNA, E. 2008. *Rendimento e Eficiência da Fermentação Alcoólica na Produção de Hidromel*. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).
- VIEIRA NETO, R. D. 2002. *Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas*. Aracaju: Empraba Tabuleiros Costeiros. EMDAGRO.
- WATANABE, A. P. 2007. *Microfiltração de suco de tamarindo (Tamarindus indica L.) por membrana polimérica: efeito do tratamento enzimático, da velocidade tangencial e da pressão transmembrana*. Tese (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade de Campinas, Campinas.