

Bebida alcoólica fermentada de melão (*Cucumis melo* L.): processamento e caracterização

Fermented alcoholic melon (Cucumis melo L.) beverage: processing and characterization

Mizael Augusto Diógenes Bessa¹, Emanuel Neto Alves de Oliveira^{2*}, Bruno Fonsêca Feitosa³,
Regilane Marques Feitosa⁴, Francisco Lucas Chaves Almeida⁵, Juvêncio Olegário de Oliveira Neto³

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Departamento de Medicina, Natal/RN – Brasil

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Departamento de Tecnologia de Alimentos, Pau dos Ferros/RN - Brasil

³ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Departamento de Engenharia de Alimentos, Pombal/PB - Brasil

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas (IFAL), Departamento Agroindústria, Piranhas/AL - Brasil

⁵ Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Departamento de Tecnologia Agroindustrial, Bananeiras/PB - Brasil

*Corresponding Author

Emanuel Neto Alves de Oliveira, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Departamento de Tecnologia de Alimentos, BR-405, CEP: 59900-000, Pau dos Ferros/RN, Brasil, e-mail: emmanuel.oliveira16@gmail.com

Cite as: Fermented alcoholic melon (*Cucumis melo* L.) beverage: processing and characterization. *Braz. J. Food Technol.*, v. 21, e2017217, 2018.

Received: Nov. 29, 2017; Accepted: May 30, 2018

Resumo

Objetivou-se com este estudo desenvolver bebidas alcoólicas fermentadas de melão de diferentes variedades. As polpas extraídas do melão das variedades amarelo e *cantaloupe* foram diluídas com água (proporção 8:2), sendo corrigido o teor de sólidos solúveis totais para 15 °Brix com sacarose. As misturas tiveram o pH corrigido para 4,5 e foram adicionados 200 mg/L de metabissulfito de sódio e 4 g/L do inócuo. Obtiveram-se, assim, dois mostos para fermentação: F₁ (mosto melão amarelo) e F₂ (mosto melão *cantaloupe*). Os mostos foram colocados nos reatores, que foram mantidos a 32 °C durante toda a fermentação. Após a fermentação, foram determinados os parâmetros fermentativos do processo e a caracterização físico-química das bebidas. A amostra F₁ apresentou o maior rendimento do processo de fermentação (96,56%), se sobressaindo também, quando comparada a F₂, em relação aos parâmetros de produtividade de etanol e biomassa. Os parâmetros físico-químicos apresentaram-se em conformidade com a legislação em sua maioria, com destaque para o teor alcoólico (5,03% e 6,80% v/v), em que a bebida F₁ apresentou o maior valor. Conclui-se que as bebidas elaboradas são alternativas viáveis para diminuir o desperdício de melão, principalmente no pico da safra, e que F₁ é a mais indicado para reprodução em escala industrial.

Palavras-chave: *Fruta tropical; Melão cantaloupe; Melão amarelo; Fermentado alcoólico; Fermentação; Saccharomyces cerevisiae.*

Abstract

The objective of the study was to develop fermented alcoholic beverages from different melon varieties. The pulps extracted from melons of the yellow and cantaloupe varieties were diluted with water (ratio of 8:2), and the total soluble solids contents corrected to 15 °Brix with sucrose. The pH values of the mixtures were adjusted to 4.5, sodium metabisulphite (200 mg/L) added and the inoculum (4 g/L) added, thus obtaining two fermentation musts, F₁ (yellow melon must) and F₂ (cantaloupe melon must). The musts were placed in the reactors, which were maintained at 32 °C throughout fermentation. The fermentation parameters of the process and the physicochemical characteristics of the beverages were determined. The F₁ sample presented the highest fermentation process yield (96.56%), also standing out from F₂ in relation to the parameters of ethanol and biomass productivity. The majority of the physicochemical parameters complied with the legislation, with emphasis



Bebida alcoólica fermentada de melão (*Cucumis melo* L.): processamento e caracterização

Bessa, M. A. D. et al.

on the alcoholic content (5.03% and 6.80% v/v), for which the F₁ drink presented the highest value. It was concluded that these beverages were viable alternatives to reduce the waste of melon, mainly at the peak of the harvest, and that F₁ was the most suitable variety for industrial scale reproduction.

Keywords: *Tropical fruit; Cantaloupe melon; Yellow melon; Fermented alcoholic product; Fermentation, Saccharomyces cerevisiae.*

1 Introdução

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma das principais frutas destinadas à exportação, no Brasil, em sua forma *in natura*. Sua importância aumenta quando se leva em conta que as principais áreas produtoras do país estão localizadas no semiárido nordestino, promovendo o desenvolvimento econômico e gerando emprego e renda em uma das regiões mais pobres (DEUS et al., 2015). O Estado do Rio Grande do Norte é o maior produtor, tendo sua maior produção voltada para a exportação (FREITAS et al., 2014).

Segundo Silva et al. (2014), o melão, além de promover a diversificação das atividades agrícolas, possui papel socioeconômico de grande importância nas regiões produtoras, contribuindo de forma significativa para a mudança do quadro social daqueles que têm, na agricultura, sua forma de sustento.

O melão é uma cultura olerícola de grande importância alimentícia. Grande parte de sua produção é destinada ao consumo *in natura*, como ingrediente de saladas de frutas ou de hortaliças (MEDEIROS et al., 2015). No entanto, ainda é pouca a prática do processamento do fruto para obtenção de novos produtos, como doces, geleias, sucos, néctares e bebidas alcoólicas diversas.

Assim como a maioria das frutas, o melão enfrenta sérios problemas de conservação pós-colheita, por se tratar de um alimento perecível e possuir alto teor de água, gerando grandes perdas nas etapas de transporte, distribuição, armazenamento e comercialização. Observa-se que essas grandes perdas ocorrem mesmo o melão apresentando epicarpo (casca) mais resistente que a maioria das frutas. Diante da magnitude das perdas físicas ocorridas durante as etapas pós-colheita do melão, existe a necessidade de se desenvolverem novos processos que permitam a redução das perdas, sendo a produção de bebidas alcoólicas fermentadas uma excelente alternativa de utilização dos frutos que não têm condições sensoriais para o comércio *in natura*.

De acordo com a legislação brasileira, fermentado de fruta é a bebida com graduação alcoólica entre 4% e 14% (v/v), obtido por fermentação alcoólica de mosto de fruta sã, fresca e madura, adicionado ou não de açúcar e água potável, além de aditivos definidos para cada tipo de fruta (BRASIL, 2008).

A levedura utilizada na fermentação das bebidas é a *Saccharomyces cerevisiae*, um organismo que se

multiplica por brotamento, aumentando rapidamente sua população em meio favorável contendo substrato. Ela é utilizada como base para muitas indústrias e, no caso das bebidas alcoólicas produzidas por fermentação, converte o açúcar em álcool etílico em anaerobiose e também pode contribuir para a formação de constituintes secundários responsáveis pelo sabor (RIBEIRO JÚNIOR et al., 2015).

Diante do exposto, visando minimizar o desperdício do melão, tanto no comércio *in natura* como no pico da safra, e agregar valor à fruta, o presente trabalho objetivou a elaboração e a caracterização físico-química de bebidas alcoólicas fermentadas de melão.

2 Material e métodos

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram utilizados melões maduros das variedades amarelo e *cantaloupe*, os quais tiveram o seu grau de maturidade atestado pela determinação do teor de sólidos solúveis totais (°Brix) por refratometria, com um refratômetro manual RT-30 ATC (Instrutherm®) com escala de 0 a 32 °Brix. Os melões deveriam apresentar, no mínimo, 9°Brix para serem considerados maduros, sendo a análise realizada após trituração de parte do fruto em liquidificador doméstico e retirada de uma amostra do suco celular. Após a coleta, os frutos foram submersos em solução clorada (50 ppm, por 10 min) e lavados com água corrente. Depois de higienizados, separou-se manualmente a polpa das cascas e sementes.

Depois de obtida, a polpa foi diluída com água potável com auxílio de liquidificador industrial na proporção de 8:2, respectivamente. Em seguida, as misturas foram centrifugadas (centrífuga *Centribio* 80-2B), durante 8 min, a 4.000 rpm/min. O líquido obtido passou pela etapa de chaptalização, com correção dos teores de sólidos solúveis totais (SST) iniciais da polpa (F₁ - melão amarelo = 12 °Brix; F₂ - melão *cantaloupe* = 9°Brix) com sacarose para 15 °Brix, com auxílio do refratômetro.

Posteriormente, o pH foi corrigido com solução de ácido cítrico (30%) para 4,5, visto que o pH ideal para o desenvolvimento das leveduras é entre 4,5 e 5,00. Em seguida, foram adicionados ao mosto 200 mg/L de metabissulfito de sódio, com o objetivo de evitar o desenvolvimento de leveduras selvagens e bactérias acéticas contaminantes no processo, uma vez que estas competem com as leveduras selecionadas inoculadas em relação ao substrato durante a fermentação, afetando o desempenho do fermento e do processo.

Bebida alcoólica fermentada de melão (*Cucumis melo* L.): processamento e caracterização

Bessa, M. A. D. et al.

A inoculação do fermento (*Saccharomyces cerevisiae*) comercial foi na razão de 4 g/L, quantidade estabelecida como a mínima o suficiente para que o processo de fermentação aconteça com eficiência, segundo testes preliminares realizados. A fermentação ocorreu em reator construído com garrafas PET com capacidade para 5 L, com adaptação de torneira plástica no fundo do recipiente e mangueira na parte superior ligando o recipiente a outro com H₂O, com o objetivo de facilitar a saída de CO₂ produzido durante o processo de fermentação, mas sem entrada de oxigênio no sistema. O reator foi acondicionado em incubadora de Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD), a 32 °C, até a estabilização e o consumo dos açúcares fermentescíveis pelas leveduras, sendo essa etapa monitorada com a avaliação dos SST (24 h de fermentação para o fermentado F₁ e 30 h para o fermentado F₂).

O fermentado foi deixado em repouso, durante 6 horas, à temperatura de refrigeração (6 °C ± 1 °C), o que facilitou a precipitação dos sólidos e posterior centrifugação e engarrafamento em embalagens de vidro âmbar, com capacidade para 250 mL. Somente então os fermentados foram submetidos a tratamento térmico em banho termostático (60 °C/30 minutos) e posterior resfriamento em banho de gelo por 20 minutos.

Durante a fermentação, foram determinados os parâmetros fermentativos do processo: Produtividade em produto (OLIVEIRA et al., 2011), Rendimento/eficiência do processo de fermentação e Rendimento em produto (PAVLAK et al., 2011); Conversão de substrato em biomassa e Velocidade específica de crescimento celular (STROPPA et al., 2009); Produtividade em biomassa - P_x (Equation 1); Consumo de substrato na fermentação - S_c (Equation 2); Velocidade de consumo de substrato - r_s (Equation 3); Velocidade específica de consumo de substrato - μ_s (Equation 4); Velocidade específica de formação de produto - μ_p (Equation 5).

$$P_x (\text{g L}^{-1} \text{ h}^{-1}) = \frac{(X_F - X_0)}{t} \quad (1)$$

Em que:

X_F = Concentração celular final (g L⁻¹);X₀ = Concentração celular inicial (g L⁻¹);

t = Tempo total de fermentação (h).

$$S_c (\%) = \frac{S_F - S_0}{S_0} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

S₀ = Açúcares totais no início da fermentação (%);S_F = Açúcares totais no final da fermentação (%).

$$r_s (\text{g L}^{-1} \text{ h}^{-1}) = \frac{S_F - S_0}{t} \quad (3)$$

Em que:

S_F = Concentração final de substrato (g L⁻¹);S₀ = Concentração inicial de substrato (g L⁻¹);

t = Tempo total de fermentação (h).

$$\mu_s (\text{g L}^{-1} \text{ h}^{-1}) = -\ln \left(\frac{S_F}{S_0} \right) \quad (4)$$

Em que:

S_F = Concentração final de substrato (g L⁻¹);S₀ = Concentração inicial de substrato (g L⁻¹);

t = Tempo total de fermentação (h).

$$\mu_p (\text{g L}^{-1} \text{ h}^{-1}) = \ln \left(\frac{P_F}{P_0} \right) \quad (5)$$

Em que:

P_F = Concentração etanol final (g L⁻¹);P₀ = Concentração etanol inicial (g L⁻¹);

t = tempo total de fermentação (h).

As bebidas foram submetidas às análises físico-químicas de teor alcoólico (método 233/IV); acidez total, volátil e fixa em ácido acético (métodos 235/IV, 236/IV e 237/IV, respectivamente); extrato seco reduzido (método 242/IV); sólidos solúveis totais (método 315/IV), e açúcares totais (método 219/IV), segundo normas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), em triplicata. O tratamento dos dados foi realizado através do programa *Assistat* versão 7.7 beta, com comparação de médias pelo Teste de Tukey em nível de 5% de significância.

3. Resultados e discussão

Estão apresentados na Tabela 1 os resultados dos parâmetros fermentativos do processo de fermentação alcoólica das bebidas fermentadas de melão. Verifica-se que a formulação F₁ se sobressaiu em relação à F₂ para a maioria dos parâmetros fermentativos do processo de fermentação, com exceção apenas de alguns parâmetros relacionados ao consumo de substrato e sua conversão em biomassa (Y_{X/S}, S_c e μ).

A amostra F₁ destacou-se principalmente em relação ao rendimento do processo, que chegou a 96,56%, e ainda em relação aos parâmetros de produtividade, como a produção de etanol (2,24 g L⁻¹ h⁻¹), a produtividade em biomassa (0,67 g L⁻¹ h⁻¹), a velocidade de consumo de substrato (0,45 g L⁻¹ h⁻¹) e a velocidade específica de formação de produto (0,81 h), que foram 41,07%, 31,34%, 31,11% e 65,43%, respectivamente, maiores que os valores encontrados para F₂. Classifica-se, assim, a amostra F₁ como a mais indicada para aplicação em escala industrial em termos de produção de etanol e biomassa, levando em consideração o processo aplicado.

Bebida alcoólica fermentada de melão (*Cucumis melo* L.): processamento e caracterização

Bessa, M. A. D. et al.

Tabela 1. Parâmetros fermentativos do processo de fermentação.

Melão	η (%)	P_p (g L ⁻¹ h ⁻¹)	P_x (g L ⁻¹ h ⁻¹)	$Y_{P/S}$ (g g ⁻¹)	$Y_{X/S}$ (g L ⁻¹)	S_c (%)	R_s (g L ⁻¹ h ⁻¹)	μ_x (h)	μ_s (h)	μ_p (h)
F ₁	96,56	2,24	0,67	0,49	1,47	83,69	0,45	0,07	0,79	0,81
F ₂	82,67	1,32	0,46	0,42	1,49	85,45	0,31	0,05	1,16	0,28

F₁ - fermentado de melão amarelo; F₂ - fermentado de melão cantaloupe; η - Rendimento/eficiência do processo; P_p - Produtividade em produto; P_x - Produtividade em biomassa; $Y_{P/S}$ - Rendimento em produto (etanol); $Y_{X/S}$ - Conversão de substrato em biomassa; S_c - Consumo de substrato; R_s - Velocidade de consumo de substrato; μ_x - Velocidade específica de crescimento celular; μ_s - Velocidade específica de consumo de substrato; μ_p - Velocidade específica de formação de produto.

Tabela 2. Caracterização físico-química dos fermentados alcoólicos de melão.

Parâmetros	Formulações*		Legislação**
	F ₁	F ₂	
Grau alcoólico (%)	6,80 ± 0,04a	5,03 ± 0,18b	4,00 - 14,00
Acidez total (meq L ⁻¹)	23,9 ± 0,89b	53,10 ± 1,36a	50,00 - 130,0
Acidez fixa (meq L ⁻¹)	18,48 ± 0,26a	13,02 ± 0,10b	Mín. 30,0
Acidez volátil (meq L ⁻¹)	4,59 ± 0,38b	40,08 ± 1,36a	Máx. 20,0
pH	4,28 ± 0,01a	4,08 ± 0,02b	
Extrato seco reduzido (g L ⁻¹)	59,83 ± 1,10a	33,00 ± 1,00b	Mín. 7,0
Açúcares totais (%)	2,12 ± 0,02a	1,60 ± 0,07b	
Sólidos solúveis totais (°Brix)	5,00 ± 0,00a	3,00 ± 0,00b	

F₁ - Fermentado de melão amarelo; F₂ - Fermentado de melão cantaloupe. *Médias acompanhadas pela mesma letra minúscula na linha não apresentam diferença significância entre si. Foi aplicado o teste Tukey para diferença de medias a 5% de significância. ** (BRASIL, 2008).

Na Tabela 2, estão organizados os resultados obtidos na caracterização físico-química dos fermentados alcoólicos de melão. Verifica-se que houve diferença estatística entre as bebidas para todos os parâmetros estudados, segundo o Teste de Tukey a 5% de significância.

O fermentado de melão F₁ apresentou teor alcoólico 26,03% maior que F₂. Ambas as amostras apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2008) para o teor alcoólico de fermentado de fruta. O etanol é o segundo maior componente presente nos fermentados de fruta, ficando, em primeiro lugar, a água. Dessa forma, se faz necessário seguir as boas práticas de fabricação e os tratamentos térmicos na polpa antes da inoculação e no produto final, após o engarrafamento, para evitar contaminações por ação microbiana, visto que o teor de álcool da bebida é baixo e não se mostra, somente ele, suficiente para conservar o produto.

Os fermentados apresentaram baixos valores de acidez total e fixa, ficando a bebida F₁ com valores abaixo do especificado pela legislação (BRASIL, 2008), para ambas, e F₂ abaixo apenas para acidez fixa. Já para a acidez volátil, F₁ ficou dentro dos padrões e F₂ revelou valor acima dos recomendados pela legislação (BRASIL, 2008).

Os elevados valores de acidez volátil (88,55%) e total (55%) de F₂ em relação à F₁ podem ser relacionados ao tempo de fermentação, visto que F₂ demorou 6 horas a mais para estabilização dos sólidos solúveis e finalização da fermentação, em relação à F₁.

Recomenda-se, em estudos posteriores para produção de bebida fermentada de melão, a correção do pH do

mosto para valores inferiores a 4,5. Estes, entretanto, são recomendados para o desenvolvimento das leveduras, para que os valores de acidez principalmente total e fixa da bebida sejam maiores.

Quanto ao pH, encontraram-se valores de 4,28 (F₁) e 4,08 (F₂), valores estes semelhantes aos obtidos por Oliveira et al. (2011), que foram entre 3,70 e 4,36, para fermentados alcoólicos do fruto do mandacaru sem espinhos.

Verificou-se que a bebida F₁ apresentou 44,84% mais extrato seco reduzido que a F₂. Esse parâmetro pode estar relacionado a compostos oriundos da polpa e do processo fermentativo, que ficam incorporados na bebida, como minerais, pigmentos e, principalmente, açúcares (substrato), que não foram fermentados durante o processo; logo, essa diferença entre as bebidas pode ser atribuída principalmente à presença de açúcares não fermentescíveis, visto que F₁ também apresentou valor de açúcares totais e sólidos solúveis totais finais superiores à F₂.

4 Conclusões

A bebida elaborada a partir do melão da variedade Amarelo (F₁) é o produto mais indicado para reprodução em escala industrial.

As bebidas apresentaram baixos valores de acidez, sólidos solúveis totais e açúcares, e valores de teor alcoólico e extrato seco reduzido dentro dos padrões fixados pela legislação.

Bebida alcoólica fermentada de melão (*Cucumis melo* L.): processamento e caracterização

Bessa, M. A. D. et al.

As bebidas fermentadas de melão são alternativas para redução das perdas do fruto principalmente no pico da safra.

Referências

- BRASIL. Portaria nº 64, de 23 de abril de 2008. Aprova os regulamentos técnicos para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas alcoólicas fermentadas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, v. 1, p. 9, 23 abr. 2008.
- DEUS, J. A. L.; SOARES, I.; NEVES, J. C. L.; MEDEIROS, J. F.; MIRANDA, F. R. Fertilizer recommendation system for melon based on nutritional balance. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 2, p. 498-511, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbcS20140172>.
- FREITAS, L. D. A.; FIGUEIRÊDO, V. B.; PORTO FILHO, F. Q.; COSTA, J. C.; CUNHA, E. M. Crescimento e produção do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade e nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 20-26, 2014. Suplemento. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18nsupps20-s26>.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p.
- MEDEIROS, L. S.; FERREIRA, P. V.; CARVALHO, I. D. E.; OLIVEIRA, F. S.; SILVA, J. Primeiro ciclo de seleção massal na população PM3 de melão (*Cucumis melo* L). **Revista Verde**, v. 10, n. 4, p. 21-27, 2015. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v10i4.3473>.
- OLIVEIRA, A. S.; SANTOS, D. C.; OLIVEIRA, E. N. A.; SILVA, F. L. H.; FLORENTINO, E. R. Produção de fermentado alcoólico do fruto de mandacaru sem espinhos (*Cereus jamacaru*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. 3, p. 269-275, 2011. <http://dx.doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v13n3p271-277>.
- PAVLAK, M. C. M.; ABREU-LIMA, T. L.; CARREIRO, S. C.; PAULILLO, S. C. L. Estudo da fermentação do hidrolisado de batata-doce utilizando diferentes linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*. **Química Nova**, v. 34, n. 1, p. 82-86, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422011000100016>.
- RIBEIRO JÚNIOR, M. R.; CANAVER, A. B.; BASSAN, C. F. D. Produção de hidromel: análise físico-química e sensorial. **Revista UNIMAR Ciências**, v. 24, n. 2, p. 59-63, 2015.
- SILVA, M. C.; SILVA, T. J. A.; BONFIM-SILVA, E. M.; FARIAS, L. N. Características produtivas e qualitativas de melão rendilhado adubado com nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 6, p. 581-587, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000600003>.
- STROPPA, C. T.; ALVES, J. G. L. F.; FIGUEIREDO, A. L. F.; CASTRO, C. C. Parâmetros cinéticos de linhagens de levedura isoladas de alambiques mineiros. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. spe, p. 1978-1983, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000700048>.