

INFLUÊNCIA DA FERMENTAÇÃO NA CINÉTICA DE SECAGEM DE AMÊNDOAS DE CUPUAÇU

DOUGLAS RODRIGUES DOS REIS¹, ANANZA DI RENZO DOS SANTOS², FABRÍCIO SCHWANZ DA SILVA³, ALEXANDRE GONÇALVES PORTO⁴, EDUARDO JOSÉ OENNING SOARES⁵

¹ Graduando em Engenharia de Alimentos pela Universidade do Estado de Mato Grosso, +55 65 3361.3596, Brasil.
dougrreis@hotmail.com

² Graduanda em Engenharia de Alimentos pela Universidade do Estado de Mato Grosso,.

³ Professor Adjunto da Universidade Federal do Paraná/Setor Palotina.

⁴ Professor Doutor da Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Engenharia de Alimentos.

⁵ Professor Doutor da Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Engenharia de Produção.

Apresentado no
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

Resumo: O Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) é caracterizado pelas suas características agradáveis de sabor e aroma, apresentando elevado teor de água, sendo necessária para sua conservação a realização da secagem, ou seja, redução do grau de umidade. Durante o processamento, as amêndoas de cupuaçu são fermentadas para permitir o desenvolvimento dos inúmeros compostos do sabor. O objetivo desse estudo foi analisar a influência da fermentação na cinética de secagem de amêndoas de cupuaçu. As amêndoas foram extraídas do fruto, selecionadas e higienizadas, sendo posteriormente fermentadas segundo a metodologia descrita na literatura especializada. Na secagem utilizaram-se amêndoas fermentadas e não fermentadas, em um secador de bandejas com temperaturas do ar de 40, 50 e 60°C e velocidade de 1,0m/s. Os resultados obtidos foram que a temperatura de secagem é fator que influencia diretamente na constante de secagem, bem como o processo de fermentação promove uma facilidade das amêndoas em perder umidade, devido possivelmente a uma diminuição na resistência de suas paredes celulares. O modelo de Midilli e Kucuk foi o que se ajustou melhor aos dados experimentais; os valores de difusividade efetiva variaram de $1,58 \times 10^{-9}$ a $3,75 \times 10^{-9}$ m²/s; e a energia de ativação variou de 66,44 a 68,29KJ/mol.

PALAVRAS CHAVE: *Theobroma grandiflorum*, conservação, Midilli e Kucuk.

THE INFLUENCE OF FERMENTATION IN THE DRYING KINETICS OF CUPUASSU ALMONDS

Abstract: The Cupuaçu fruit (*Theobroma grandiflorum*) is known for its pleasant features of flavor and smell, however, with high water content, the fruit require, for its conservation, conducting drying, i. e., reduction of the moisture content. During the processing, the cupuaçu almonds are fermented with objective of development of numerous compounds of flavor. The aim of this study was to analyze the influence of fermentation in the drying kinetics of

cupuaçu almonds. Almonds were extracted from the fruit, selected and cleaned under running water. They were then fermented using the methodology described in the literature. In the drying process were used fermented and unfermented almonds, and was conducted using one dryer tray under 40, 50 and 60°C and air velocity of 1.0 m/s. The results show that the drying temperature is a factor that directly influences the drying constant. The fermentation process promotes the facility to lose moisture of almonds, probably, reducing the resistance of their cell walls. The mathematical model of Midilli and Kucuk was that the best adjusted to the experimental data; the effective diffusivity values ranged from 1.58×10^{-9} to 3.75×10^{-9} m²/s; and the activation energy varies from 66.44 to 68,29KJ/mol.

Keywords: *Theobroma grandiflorum*, conservation, Midilli and Kucuk.

INTRODUÇÃO: O Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) é muito apreciado na culinária brasileira devido as suas diversas peculiaridades. É utilizado no preparo de sucos, sorvetes e outras sobremesas. A amêndoa, cujo peso em base seca reduz-se a cerca de 16% do original, pode ser usada para obtenção de produto similar à manteiga de cacau, sendo de aproximadamente 50% o conteúdo de gordura da semente. Até agora o cupuaçu é comercializado no mercado nacional, porém, o aumento do interesse internacional levará, certamente, ao grande aumento de área cultivada (WOLF, 1997; VENTURIERI, 1993).

A etapa de fermentação das sementes é uma etapa responsável pelo desenvolvimento dos precursores e inúmeros compostos de sabor. Tal processo se inicia naturalmente pela ação da atividade microbiana na polpa mucilaginosa, que envolve a semente. Os produtos do metabolismo dos microrganismos principalmente álcool, ácidos orgânicos e o calor gerado nos primeiros dias de fermentação provocam a destruição do poder germinativo da semente e desencadeiam importantes transformações físico-químicas e estruturais. Estas transformações afetam significativamente a qualidade do produto final, principalmente os aspectos que envolvem a formação de sabor (SCHWAN, 1996). O principal objetivo da realização do processo de secagem é a obtenção de um alimento com maior longevidade (GAVA, 2002), contudo, para as amêndoas de cupuaçu, a secagem é uma das principais etapas, pois da continuidade as mudanças bioquímicas iniciadas durante o processo fermentativo como sabor, aroma, e cor característicos do chocolate e de seus derivados (GAVA, 2002).

MATERIAL E MÉTODOS: O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Engenharia e Processamento Agroindustrial pertencente ao Centro Tecnológico do Mato Grosso (CTMAT), instalado no Campus Universitário Deputado Estadual Renê Barbour, na cidade de Barra do Bugres, pertencente à Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Foram utilizadas pimentas inteiras, adquiridas junto a produtores que cultivam este produto no município de Barra do Bugres/MT. Foram utilizadas amêndoas do cupuaçu, adquiridas junto a produtores que cultivam este produto na região norte mato-grossense. As amêndoas foram extraídas do fruto, selecionadas e higienizadas em água corrente. Em seguida fermentadas segundo a metodologia descrita por Vasconcelos (1999). Na secagem foi utilizado um secador descontínuo de bandejas, que utiliza condições constantes de ar. Durante a operação de secagem serão realizadas pesagens periódicas, até se atingir o peso constante nas amostras. Para a representação das curvas de secagem, serão utilizados os modelos de Henderson e Pabis, Page e Midilli, Kucuk, Thompson e Aproximação da Difusão, ajustados por regressão não linear mediante programa estatístico. O grau de ajuste de cada modelo será considerado pela magnitude do coeficiente de determinação (R^2) e o erro médio estimado (SE). Os valores da difusividade efetiva média de umidade foram determinados através da solução analítica da lei de Fick para a difusão de água líquida em um sólido, levando em consideração as condições do material em análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Apresentam-se na Figura 1, as curvas de secagem das amêndoas do cupuaçu fermentadas e in natura com as temperaturas de 40, 50 e 6°C e velocidade do ar de 1,0 m/s.

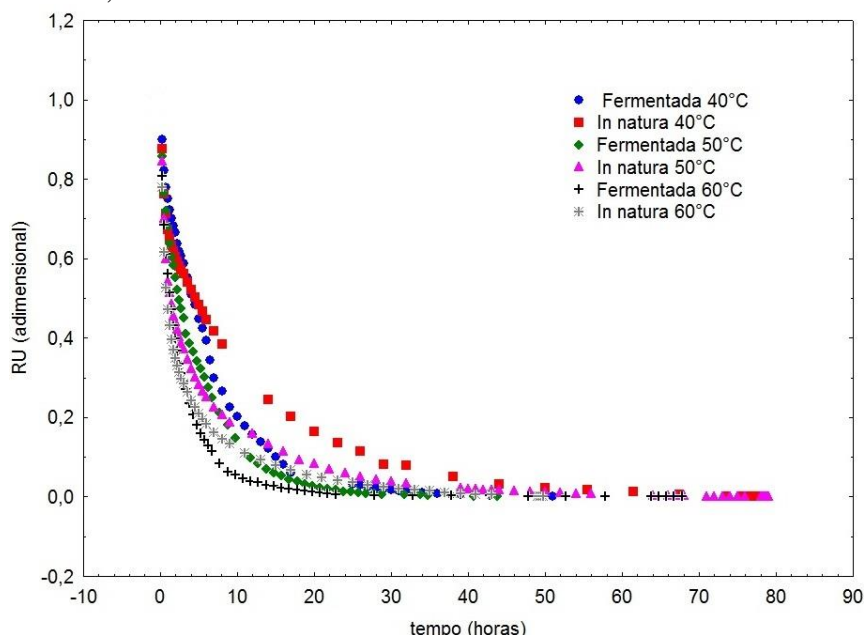


Figura 1: Curvas da razão de umidade (adimensional) em função do tempo (h) das amêndoas Fermentadas e In natura nas três temperaturas.

A Figura 1 demonstra a diferença entre as curvas de secagem das amêndoas submetidas às mesmas condições de temperatura, as amostras fermentadas perderam umidade mais rapidamente que as in natura, EFRAIM (2010) ao trabalhar com a influência da fermentação e secagem de amêndoas de cacau descreve um possível rompimento das paredes celulares durante o processo de fermentação, ocasionando assim uma maior perda de água das sementes. Nota-se também que com o aumento da temperatura do ar de secagem se eleva a transferência de energia e calor para as amêndoas o que resulta um menor tempo de secagem para que as estas entrem em equilíbrio, comportamento também observado por KROSS (2008) trabalhando com amêndoas de castanha de caju.

Apresenta-se na Tabela 2 o resumo do ajuste do modelo matemático de Midilli e Kucuk, sendo o que melhor se ajustou aos dados experimentais, obtendo R^2 mais próximo à unidade e menores valores do erro médio estimado (SE) nas amêndoas fermentadas e in natura. Resultados semelhantes a CORRÊA et al. (2007) e RESENDE, FERREIRA, ALMEIDA (2010) utilizando este modelo.

Tabela 2: Ajuste do modelo matemático de Midilli e kucuk nas três temperaturas de secagem.

Modelo		T (°C)	A	B	K	N	R ²	SE
Midilli e kucuk	Fermentada	40	0,9470	-0,0001	0,1944	0,8686	99,852	0,0091
		50	0,9731	-0,0003	0,3424	0,7239	99,888	0,0094
		60	0,9975	-0,0002	0,5756	0,6957	99,985	0,0096
	In natura	40	0,9621	-0,0004	0,3067	0,5658	99,710	0,0122
		50	1,0203	-0,0001	0,5675	0,4980	99,852	0,0043
		60	1,0199	-0,0001	0,7373	0,4854	99,758	0,0056

Onde: K – coeficiente de secagem, A, B, N – constantes dos modelos, R² - magnitude do coeficiente de determinação, SE - erro médio estimado.

A Tabela 3 apresenta os valores da Difusividade efetiva (D_{EF}) das amêndoas fermentadas e in natura nas temperaturas de 40°, 50° e 60°C.

Tabela 3: Valores da Difusividade (DEF) da secagem da pimenta nas três temperaturas de secagem.

Temperatura		D_{EF} (m^2/s)
40°C	Fermentada	$1,58 \times 10^{-9}$
	In natura	$1,47 \times 10^{-10}$
50°C	Fermentada	$2,27 \times 10^{-9}$
	In natura	$2,06 \times 10^{-10}$
60°C	Fermentada	$3,75 \times 10^{-9}$
	In natura	$3,79 \times 10^{-10}$

Após a obtenção da difusividade efetiva, foi possível calcular o valor da energia de ativação através da representação de Arrhenius, que variou de 66,44 a 68,29KJ/mol.

CONCLUSÕES: Através dos resultados obtidos, pode-se concluir que o processo de fermentação demonstra promover uma facilidade das amêndoas em perder umidade, diminuindo a resistência das paredes celulares das sementes, pois quando submetidas ao processo de secagem, as amostras fermentadas perderam umidade mais rapidamente do que as in natura. O modelo de Midilli e Kucuk foi o que se ajustou melhor aos dados experimentais. Os valores de difusividade efetiva variaram de $1,58 \times 10^{-9}$ a $3,75 \times 10^{-9} m^2/s$; e a energia de ativação variou de 66,44 a 68,29KJ/mol.

AGRADECIMENTOS: Ao CNPQ pela concessão da bolsa e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Mato Grosso-FAPEMAT pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- CORRÊA, P.C.; RESENDE, O.; MARTINAZO, A.P.; GONELI, A.L.D.; BOTELHO, F.M. **Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.27, n.2, p.501-510, 2007.
- EFRAIM, P.; GARCIA, N. H. P.; JARDIM, D. C. P.; NISHIKAWA, A.; HADDAD, R.; EBERLIN, M. N. **Influência da fermentação e secagem de amêndoas de cacau no teor de compostos fenólicos e na aceitação sensorial.** Food Science and Technology, v. 30, n. 1, p. 142-150, 2010.
- GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos.** São Paulo : Nobel, 2002. p.61-62.
- KROSS, R. K. **Processamento de amêndoas de castanha de caju: secagem, extração e estabilidade do azeite.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Campina Grande. 2008.
- RESENDE, O.; FERREIRA, L. U.; ALMEIDA, D. P. **Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem do feijão Adzuki (*Vigna angularis*).** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 12, n. 2, p. 171-178, 2010.
- SCHWAN, R. F. **Microbiology of cocoa fermentation: a study to improve quality.** In: Conferência Internacional de Pesquisa em Cacau, 12, Salvador, BA, nov. 1996. Anais. Salvador: CEPLAC, 1996.
- VASCONCELOS, M. A. M. **Transformações físicas e químicas durante a fermentação de amêndoas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum).** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 1999, 114p.
- VENTURIERI, G. A. **Cupuaçu: a espécie, sua cultura, usos, e processamento.** Belém: Clube do Cupu, p.108, 1993.
- WOLF, M. A. **Accumulation of biomass and nutrients in the aboveground organs of four local tree species in monoculture and polyculture systems in central Amazonia.** German “Diplom”-thesis [unpubl.]. Technische Universität Braunschweig, 1997.