

“ESTUDO SOBRE A ELASTICIDADE DO QUEIJO *MOZZARELLA* PARA PIZZA, ELABORADO COM LEITE DE BÚFALA (*Bubalus bubalis*)”

“Study on the elasticity of cheese *mozzarella* for pizza, elaborated with milk of buffalo (*Bubalus bubalis*)”

Valdomiro Jardim de Oliveira¹

Verônica Lobato²

Luiz Ronaldo de Abreu³

SUMÁRIO

Este trabalho objetivou avaliar a elasticidade no queijo *mozzarella* de leite de búfala para pizza, fabricado com dois diferentes tipos de coagulantes: coalho bovino (80% pepsina e 20% quimosina) e o agente coagulante fúngico (*mucorpepsina*), obtido da fermentação do fungo *Mucor miehei*, com três temperaturas de filagem (75°C, 85°C e 95°C) e quatro períodos de estabilização (7, 17, 27 e 35 dias) após o processo de filagem. Os resultados obtidos não apresentaram diferenças significativas entre as temperaturas da água de filagem e os tipos de coagulantes utilizados, somente apresentaram diferenças entre os períodos de estabilização ($p < 0,01$). Os resultados encontrados podem ser explicados pela provável ação da proteólise sobre a matriz proteica dos queijos no decorrer do tempo de estabilização. Portanto, os queijos *mozzarella* para pizza elaborados com leite de búfala, precisam de um período de estabilização mínimo de vinte e um dias sob refrigeração a 9°C, para que tenham uma característica funcional de elasticidade aceitável.

Termos para indexação: queijo *mozzarella*, leite de búfala, elasticidade, coagulantes, estabilização.

1 INTRODUÇÃO

A elasticidade é a resistência do estiramento do queijo quando submetido à temperatura elevada durante o processo de assamento, ou seja, a resistência ao alongamento da fibra enquanto ela é estirada. O queijo *mozzarella* aquecido deve apresentar, portanto, textura elástica com resistência adequada (Cortez, 1998).

No queijo *mozzarella* para pizza ocorrem mudanças funcionais durante o período de estabilização sob refrigeração. A *mozzarella* não estabilizada tende a derreter pouco, por apresentar consistência áspera e elástica. Da primeira para a segunda semana de maturação, a textura do queijo amolece progressivamente, atingindo a sua funcionalidade ótima (Kindstedt, 1991). Durante o período de maturação, as fibras e as estruturas constituintes são transformadas em estruturas mais macias, lisas, suaves e maleáveis, apresentando moderada elasticidade. Com o envelhecimento, eventualmente, ocorre o declínio da integridade das estruturas, no qual estas se apresentam demasiadamente rígidas, perdendo a elasticidade e a maleabilidade (Kindstedt & Guo, 1997).

Outros autores relatam que a propriedade de esticamento da *mozzarella* pode estar relacionada ao alto teor de caseína intacta e peptídeos grandes. Tem sido sugerido que a subfração α_{s1} -caseína é importante nas características funcionais, observando-se que a degradação desta no queijo *mozzarella* é menor do que no queijo cheddar (McMahon et al., 1993; Furtado, 1997). A quimosina bovina é mais ativa na α_{s1} -caseína do que o coagulante fúngico obtido da fermentação do *Mucor miehei*, mas menos ativa na β -caseína (Oberg et al, 1992).

É importante mencionar que a elasticidade da massa depende tanto do nível da relação cálcio e fosfato quanto da proteólise. Ambos são fatores altamente dependentes do desempenho da cultura lática. A razão bacilos:cocos influencia as propriedades funcionais do queijo, afetando a estrutura do coágulo durante a fabricação do queijo. A velocidade e a extensão da produção de ácido, o pH do soro drenado e a desmineralização resultante no coágulo durante a fabricação, são determinantes críticos da estrutura do queijo e textura, devido aos níveis de cálcio e fósforo no coágulo fresco (Sigsgaard 1994).

1 Doutorando DCA/UFLA, R. Misseno de Pádua, 635 Centro CEP: 37200-000 – Lavras-MG, sitiodamata@gmail.com

2 Professora Adjunta Departamento de Tecnologia de Alimentos UFRRJ, velobato@ufrj.br.

3 Professor Titular Departamento Ciências dos Alimentos UFLA, irabreu@ufla.br.

A atividade proteolítica da cultura láctica influencia na elasticidade (Sigsgaard, 1994; Kindstedt, 1991), portanto, a escolha específica das bactérias que irão compor a cultura do fermento a ser utilizado pode influenciar a funcionalidade do queijo e, conseqüentemente, seu uso final (Kindstedt, 1991).

É importante também mencionar que a relação da umidade e proteína influencia fortemente na proteólise, pois essa aumenta quando se aumenta essa relação. Alta umidade e proteólise da caseína são fatores associados com as mudanças funcionais durante a maturação (Kindstedt, 1997).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras DCA-UFLA. O experimento foi conduzido em três repetições consecutivas. Foram utilizados 94 litros de leite de búfala (*Bubalus bubalis*) integral para cada repetição. O lote de leite, após o processo de pasteurização, foi dividido em dois tanques com 47 litros cada. O queijo *mozzarella* foi fabricado utilizando-se o coalho bovino líquido contendo 80% de pepsina EC 3.4.23.1 e 20% de quimosina EC 3.4.23.4 e o agente coagulante fúngico mucorpepsina EC 3.4.23.23. Foi utilizada no processamento deste tipo de queijo, cultura láctica termofílica contendo *Streptococcus salivarius subesp. thermophilus* e *Lactobacillus helveticus*. A massa dos queijos foi filada com água em três diferentes temperaturas (75°C, 85°C e 95°C). Os queijos foram estabilizados sob refrigeração (9°C ± 1,0). A característica de elasticidade foi avaliada por um período de 7, 17, 27 e 35 dias após a fabricação dos queijos.

Para avaliar a característica funcional de elasticidade deste tipo de queijo, fundamentou-se na capacidade de formar fios, quando o queijo fundido é puxado. As análises foram feitas de acordo com a metodologia de avaliação, segundo as especificações de Apostolopoulos (1994), que consiste de um teste instrumental empírico que se assemelha às condições do comportamento do queijo sobre a *pizza*, ao ser manipulado pelo consumidor. O método adotado consiste em:

- Utilizar uma placa de aço circular com 165 mm de diâmetro, dotada de um orifício central móvel com 9 mm de diâmetro;
- Espalhar noventa gramas de queijo ralado sobre a massa da *pizza* cortada, de acordo com o molde da placa, ou seja, com 165 mm de diâmetro;
- Levar ambos ao forno elétrico, com temperatura constante de 280°C, por quatro minutos;
- Ao retirar a *pizza* do forno devidamente assada, a parte central da mesma deverá

ser montada no centro do equipamento de teste controlado por um motor;

- A circunferência central será puxada verticalmente, esticando-se o queijo derretido a uma velocidade de 1500 mm/minuto;
- A extensibilidade do queijo será considerada como a distância percorrida pelo bastão central até que todos os fios das extremidades do queijo sejam rompidos.

De acordo com Apostolopoulos, (1994), este teste pode ser usado para mensurar objetivamente uma das características funcionais mais importantes do queijo *mozzarella* para *pizza* que é a elasticidade.

2.1 Análises estatísticas

Para a realização das análises estatísticas, foi utilizado o software SISVAR 4.0 (Ferreira, 2000). O experimento foi conduzido seguindo-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 3, subdividido no tempo, sendo:

- Dois tipos de agentes coagulantes (coalho bovino e agente coagulante fúngico);
- Temperaturas de água de filagem (75°C, 85°C e 95°C);
- Períodos de estabilização para análises com 3, 7, 17, 27 e 35 dias após o processo de filagem da massa dos queijos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A elasticidade do queijo *mozzarella* para *pizza* processado com leite de búfala, não apresentou interação estatisticamente significativa ($p > 0,05$) para os tratamentos com coalho bovino e o agente coagulante fúngico, da mesma forma que para as diferentes temperaturas de filagem utilizadas 75°C, 85°C e 95°C. Também não foram significativas as interações entre os coagulantes utilizados e o período de estabilização, as diferentes temperaturas da água de filagem e o período de estabilização; os coagulantes e as temperaturas de filagem, assim como a interação de todos os fatores não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$). Entretanto, o período de estabilização dos queijos, do 7º ao 35º dias após o processo de filagem, promoveram alteração estatisticamente significativa ($p < 0,01$) para esta característica funcional de elasticidade do queijo.

O queijo *mozzarella* de boa qualidade para *pizza* deve apresentar uma elasticidade satisfatória, ou seja, ao ser aquecido e submetido à tensão, não deve arrebentar com facilidade e deve manter certa aderência à superfície da *pizza*. Porém, vários são os

fatores que podem levar à perda desta importante característica deste queijo, tais como: intensa proteólise que leva à quebra das cadeias polipeptídicas da caseína, altas concentrações de gordura que diminuem a firmeza da estrutura do queijo e a aderência à pizza, altos teores de umidade, que aceleram a hidrólise das proteínas, maior período de estabilização e utilização de coalhos e culturas com elevadas características proteolíticas (Furtado, 1996).

A elasticidade do queijo *mozzarella* para *pizza* elaborada com leite de búfala foi mensurada de acordo com a metodologia de avaliação, segundo as especificações de Apostolopoulos (1994), conforme Figura 01 abaixo.

Conforme a Figura 02, apenas o período de estabilização promoveu alterações significativas ($p < 0,01$) na característica funcional da elasticidade do queijo *mozzarella*.

Houve, portanto, um crescimento uniforme da elasticidade durante o período de estabilização, isto é, do 7º ao 35º dia após o processo de filagem dos queijos, conforme ilustra a Figura 01. Provavelmente a elevação contínua da elasticidade

está relacionada à proteólise exercida pelas enzimas remanescentes dos coagulantes empregados e, numa segunda fase, à ação das peptidases provenientes do fermento láctico. Os resultados encontrados neste experimento estão de acordo com as afirmações de Yun et al. (1993a), segundo as quais a atividade proteolítica ocasiona o desenvolvimento adequado das características funcionais do derretimento, *oiling off* e sobretudo elasticidade.

Em outros estudos realizados por Monteiro (1999) com queijo *mozzarella* para *pizza* obtido de leite de vaca, foi observada uma redução na elasticidade após o 18º dia de sua fabricação, em virtude, principalmente, do processo de proteólise ter enfraquecido a matriz proteica, promovendo assim, alterações profundas em seus componentes. Neste experimento, o queijo *mozzarella* processado com leite de búfala, com teor de proteína mais elevado do que o de vaca, pode ser a causa provável da característica de elasticidade continuar aumentando progressivamente no 35º dia após o processo de filagem dos queijos *mozzarella*.



Figura 1 – Obtenção da elasticidade do queijo *mozzarella* para *pizza*, utilizando de um teste instrumental empírico

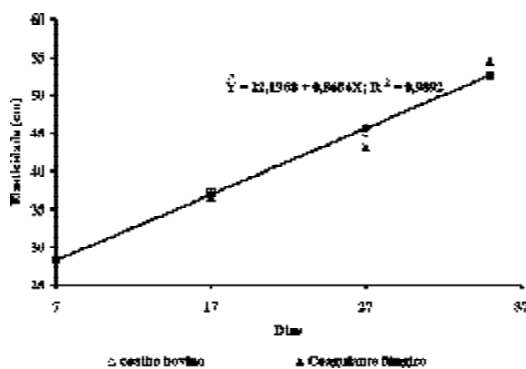


Figura 2 – Elasticidade dos queijos *mozzarella* de leite de búfala obtidos por ação do coalho bovino e do agente coagulante fúngico durante o período de estabilização sob refrigeração.

4 CONCLUSÃO

Observou-se que o queijo *mozzarella* para *pizza* elaborado com leite de búfala, necessita de um período de estabilização mínimo de três semanas, para que possa apresentar uma boa característica de elasticidade sobre a *pizza* quando assada. Percebeu-se também que esta característica funcional de elasticidade não foi influenciada pelas diferentes temperaturas da água de filagem nem pelos diferentes coagulantes utilizados no processamento deste tipo de queijo.

SUMMARY

This work aimed to evaluate elasticity in the *mozzarella* of buffalo cow milk for *pizza*, manufactured with two different sorts of coagulants: bovine curd (80% pepsin and 20% chymosin) and the fungal coagulant agent (*mucorpepsin*), obtained from the fermentation of fungus *Mucor miehei*, with three temperatures of stretching (75°C, 85°C and 95°C) and four stabilization periods (7, 17, 27 and 35 days) after the process de stretching. The results obtained presented no significant differences between the temperatures of stretching water and the sorts of coagulant utilized, they only presented differences between the stabilization periods ($p < 0.01$). The results found can be explained by the likely action of proteolysis on the protein matrix of the cheeses over the stabilization time. Therefore, the *mozzarella* cheeses for *pizza* manufactured from buffalo cow milk need of a minimal stabilization period of twenty-one days under refrigeration at 9°C, for them to have a functional characteristic of acceptable elasticity.

Index terms: *mozzarella* cheese, buffalo cow milk, elasticity, coagulants, stabilization.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APOSTOLOPOULOS, C.; BINES, V. E.; MARSHALL, R. J. Effect of post-cheddaring manufacturing parameters on the meltability and free oil of *mozzarella* cheese. **Journal of the Society of Dairy Technology**, London, v. 47, n. 3, p. 84-87, Aug. 1994.
- CORTEZ, M. A. S. **Uma alternativa tecnológica para evitar o escurecimento não-enzimático em queijo *mozzarella***. (Dissertação Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1998.
- FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- FURTADO, M. M. A practical approach to some cheese technology parameters and their effect on fermentation, cheese texture and flavor. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA EM PRODUCCION DE QUESOS, 1996, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: Chr Hansen, 1996. p. 165-211.
- FURTADO, M. M. **Manual prático da Mozzarella (Pizza cheese)**. Campinas: Master Graf, 1997. 70 p.
- KINDSTEDT, P. S. Funcional properties of *mozzarella* cheese on *pizza*: a review. **Cultured Dairy Products Journal**, Washington, v. 26, n. 3, p. 27-31, Mar. 1991.
- KINDSTEDT, P. S. Seminário Internacional "Pizza Cheese". **Chr. Hansen ILCT**, Juiz de Fora. Set. 1997.
- KINDSTEDT, P. S.; GUO, M. R., Chemically-acidified *pizza* cheese: production and functionality, In: CHEESE SYMPOSIUM, 5., 1997, Cork. **Anais...** Cork: The Faculty of Food Science University College Cork, 1997. 30 p.
- McMAHON, D. J.; OBERG, O. J.; McMANUS, W. Functionality of *mozzarella* cheese. **The Australian Journal of Dairy Technology**, Victoria, v. 48, n. 2, p. 99-104, 1993.
- MONTEIRO, M. de L. G.; GUILIANO, P.; GABY, P.; TERAN-ORTIZ; ABREU, L. R. de. Aparelho para testar a propriedade funcional de elasticidade do queijo *mozzarella* para *pizza* (*Pizza Cheese*). **Revista do Instituto Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 54, n. 312, p. 3-5, 2000.
- OBERG, C. J.; MERRILL, R. K.; BROWN, R. J.; RICHARDSON, G. H. Effects of freezing, thawing, and shredding on low moisture, part-skim *mozzarella* cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 5, p. 1161-1166, Maio 1992.
- SIGSGAARD, P. Defined cultures for *pizza* cheese. **Scandinavian Dairy Information**, Belgrade, v. 8, n. 3, p. 36-38, 1994.
- YUN, J. J.; KIELY, L. J.; KINDSTED, P. S.; BARBANO, D. M. *Mozzarella* cheese: impact of milling pH on functional properties. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 12, p. 3639-3647, Dec. 1993a.