

EFEITO DAS CONDIÇÕES DE COAGULAÇÃO DO LEITE NO RENDIMENTO DA MASSA DO QUEIJO MINAS FRESCAL

*Gustavo L. Maronezi¹, Paula F. de Azevedo², Juliane P. D. Sachs³, Anna C. L. P de Campos⁴ & Luís G. Sachs^{*5}*

¹ Graduando em Agronomia, UENP-CLM/CMETL, gustavo_maronezi10@hotmail.com

² Eng. Agrônoma, UENP-CLM/CCA, paulinha.pfa@hotmail.com

³ Química, MS Ciências de Alimentos, UENP-CLM/CCB, jsachs@uenp.edu.br

⁴ Bióloga, MS Ciência e Tecnologia Alimentos, UENP-CLM/CMETL, annacarolina@uenp.edu.br

⁵ Eng. Agrônomo, Dr. Ciência de Alimentos, UENP-CLM/CCA, sachs@uenp.edu.br

*Orientador/autor para correspondência

RESUMO – O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes temperaturas, concentrações de enzima quimosina (coalho) e cloreto de cálcio (CaCl_2) no rendimento de massa do queijo minas frescal, bem como nas características físico-químicas dos soros obtidos em cada tratamento. Foi empregada a metodologia de Superfície de Resposta, utilizando um modelo fatorial incompleto 3^3 , totalizando 15 tratamentos. Para a confecção dos queijos, utilizou-se leite bovino pasteurizado integral sem adições de cultura láctica e sal. Os dados mostraram que apenas a temperatura e o coalho influenciaram nos resultados, já os teores de CaCl_2 adicionados, nas doses empregadas, não interferiram nas características físico-químicas dos soros e peso da massa.

PALAVRAS-CHAVE: quimosina; cloreto de cálcio; aquecimento

EFFECT OF COAGULATION CONDITIONS OF MILK IN THE MASS YIELD OF MINAS FRESCAL CHEESE

ABSTRACT – The present work aimed to evaluate the effect of different temperatures, concentrations of enzyme chymosin (rennet) and calcium chloride (CaCl_2) in the mass yield of Minas frescal cheese, as well as the physico-chemical characteristics of the whey obtained from each treatment. It was used the Response Surface methodology, using an incomplete factorial model 3^3 , totaling 15 treatments. For cheese production, it was used pasteurized whole cow's milk without additions of lactic culture and salt. The data exhibited that only temperature and rennet (chymosin) influenced the results, once the doses of CaCl_2 added did not affect the physico-chemical characteristics of the whey and the mass weight.

KEY WORDS: chymosin; calcium chloride; heating

INTRODUÇÃO

O queijo minas frescal é definido como um queijo fresco obtido por coagulação enzimática do leite com coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não com ação de bactérias lácticas específicas. É classificado como um queijo semi-gordo, de alta umidade, a ser consumido fresco. Possui consistência macia, cor esbranquiçada, sabor suave ou levemente ácido, odor suave característico e eventualmente algumas olhaduras mecânicas. Possui formato cilíndrico e peso de 0,3 a 5 kg. No processo de elaboração desse tipo de queijo obtém-se uma massa coalhada, dessorada, não prensada, salgada e não maturada (BRASIL, 1996).

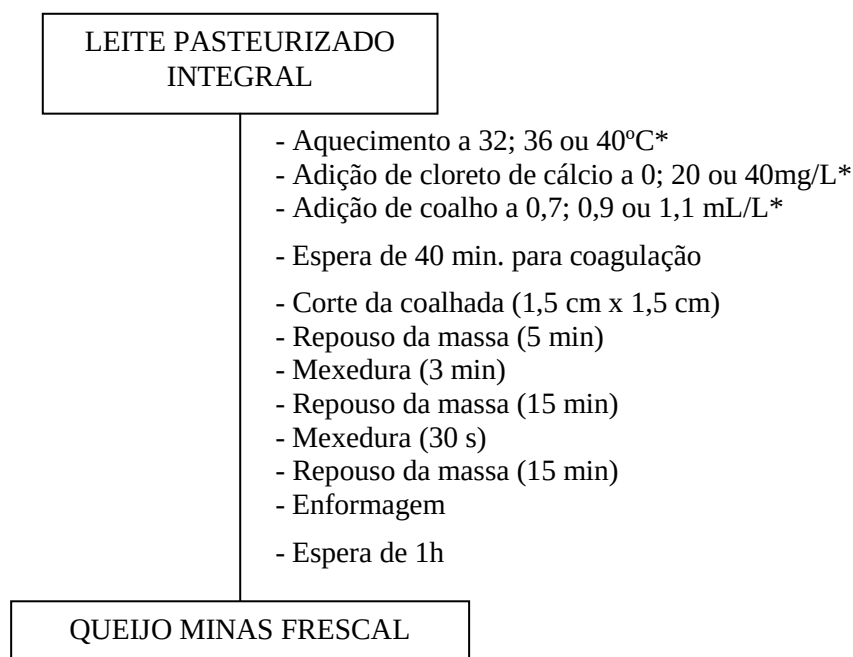
A fabricação de queijo é um processo de concentração do leite no qual parte dos elementos sólidos, principalmente proteína e gordura, são concentrados na coalhada enquanto as proteínas do soro, lactose e sólidos solúveis, são, em sua maior parte, retiradas com o soro, sendo que o rendimento da fabricação e a composição centesimal do queijo são determinados pelas propriedades do leite, principalmente pela composição e pelas etapas e condições de produção, como concentração de íons Ca^{2+} , concentração de coalho e temperatura (PAULA et al., 2009).

Para a fabricação de queijos frescos, é obrigatória a utilização de leite pasteurizado (PERRY, 2004). Entende-se por pasteurização o emprego conveniente do calor, com o fim de destruir totalmente a flora microbiana patogênica sem alteração sensível da constituição física e do equilíbrio do leite, sem prejuízo dos seus elementos bioquímicos, assim como de suas propriedades organolépticas normais (RIISPOA, 1952). Este tratamento térmico facilita a fabricação de um queijo mais uniforme, porque modifica a microbiota deste, em contrapartida, o aquecimento do leite gera uma perda na sua capacidade de coagulação pelo coalho, uma vez que insolubiliza o cálcio solúvel, revertendo em uma coalhada mais fraca, o que pode elevar as perdas de sólidos do leite para o soro (PAULA et al., 2009). Entretanto, essa perda pode ser revertida com a adição de cloreto de cálcio (VARNAM; SUTHERLAND, 1995).

Levando em consideração que as condições de coagulação podem influenciar o rendimento do queijo, o objetivo deste trabalho é verificar o efeito de diferentes temperaturas, concentrações de coalho e de CaCl_2 no rendimento de massa do queijo minas frescal.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado leite bovino integral obtido no Centro de Tecnologia de Laticínios da UENP – CLM, pasteurizado a 65° C por 30 minutos sob agitação lenta e refrigerado imediatamente após a pasteurização a 4°C conforme recomendação da RIISPOA (1952). Os tratamentos foram de acordo com um modelo fatorial incompleto 3^3 (BOX; WILSON, 1951; HENIKA; PALMER, 1976) onde as variáveis independentes foram temperatura de 32; 36 e 40° C, quimosina (Estrella® força 1:3000, produzido pela Chr. Hansen) nas doses de 0,70; 0,90 e 1,10 mL/L e CaCl_2 nas concentrações de Zero; 20 e 40 mg/L. Foram avaliados o peso da massa (kg) e as propriedades físicas e químicas do soro: proteína (g/dL); densidade (g/mL), peso (kg); gordura (% v/v); índice crioscópico (°H); acidez (°Dornic) e pH, conforme a Instrução Normativa nº 68 (BRASIL, 2006), e os resultados analisados com o aplicativo StatSoft Statistica 5.0 (STATSOFT, 1995). Não foram empregados fermento láctico e sal no processo de coagulação. As etapas da produção dos queijos estão apresentadas na Figura 1.



* Conforme estabelecido no delineamento experimental.
Fonte: Adaptado da Embrapa Amazônia Oriental (2007).

Figura 1 - Fluxograma das etapas da produção dos queijos

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O leite bovino utilizado na fabricação dos queijos apresentou os seguintes valores médios: para densidade 1,0302 g/mL, gordura 4,1 % (v/v), crioscopia -0,541°H, acidez Dornic 17,6 °D e pH 6,8.

As características físico-químicas dos soros obtidos nos tratamentos encontram-se na Tabela 1 e os valores da probabilidades para F na análise de variância estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 1 - Teores de proteína e gordura, densidade, crioscopia, acidez Dornic e pH dos soros e pesos da massa e do soro obtidos nos 15 tratamentos*.

TRATAMENTO	Var. independentes			Variáveis dependentes							
	Temperatura (°C)	CaCl ₂ (mg/L)	Quimosina (mL/L)	Proteína do SORO (g/dL)	Densidade do SORO (g/mL)	Peso da MASSA (kg)	Peso do SORO (kg)	Gordura do SORO (% v/v)	Crioscopia do SORO (°H)	Acidez Dornic do SORO (°D)	pH o SORO
01	32	0	0,9	1,39	1,0276	0,185	0,785	1,10	-0,562	12,3	6,77
02	40	0	0,9	1,25	1,0258	0,215	0,770	0,95	-0,563	11,3	6,77
03	32	40	0,9	1,39	1,0256	0,210	0,770	0,85	-0,567	12,3	6,78
04	40	40	0,9	1,38	1,0277	0,220	0,760	1,00	-0,566	12,3	6,80
05	32	20	0,7	1,40	1,0257	0,205	0,775	0,90	-0,558	12,3	6,77
06	40	20	0,7	1,04	1,0259	0,225	0,740	1,05	-0,566	12,3	6,77
07	32	20	1,1	0,93	1,0261	0,220	0,745	0,90	-0,563	12,0	6,74
08	40	20	1,1	0,92	1,0260	0,235	0,750	0,95	-0,570	11,7	6,76
09	36	0	0,7	1,36	1,0262	0,220	0,750	0,90	-0,616	12,0	6,75
10	36	40	0,7	1,15	1,0259	0,220	0,765	0,85	-0,551	12,0	6,76
11	36	0	1,1	1,15	1,0258	0,215	0,755	0,90	-0,568	12,0	6,75
12	36	40	1,1	1,26	1,0267	0,220	0,765	0,95	-0,564	11,3	6,74
13	36	20	0,9	1,18	1,0255	0,195	0,765	1,00	-0,555	12,0	6,75
14	36	20	0,9	1,45	1,0292	0,205	0,775	1,15	-0,559	11,3	6,75
15	36	20	0,9	1,39	1,0261	0,215	0,775	0,95	-0,559	11,0	6,75

*média de triplicatas, exceto gordura que foi em duplicata.

Tabela 2 - Análise de variância - probabilidades de F dos efeitos dos tratamentos sobre o rendimento da massa e propriedades físicas e químicas do soro

TRATAMENTOS	Proteína do soro	Densidade do soro	Peso da massa	Peso do soro	Gordura do soro	Crioscopia do soro	Dornic do soro	pH do soro
Probabilidades de F								
Temperatura (L)	0,21	0,92	0,01	0,10	0,45	0,74	0,28	0,05
Temperatura (Q)	0,33	0,69	0,56	0,56	0,93	0,83	0,07	<0,01
CaCl ₂ (L)	0,94	0,88	0,16	1,00	0,45	0,20	0,78	0,21
CaCl ₂ (Q)	0,26	0,99	1,00	0,61	0,28	0,31	0,39	0,06
Quimosina (L)	0,11	0,79	0,40	0,63	1,00	0,60	0,19	0,02
Quimosina (Q)	0,02	0,27	0,01	0,02	0,13	0,32	0,39	0,03

(L) linear; (Q) quadrático; significativo $p \leq 0,05$

Na tabela 2, observa-se que apenas a temperatura e o teor de enzima (quimosina) influenciaram as características físico-químicas do soro e peso da massa. No que diz respeito ao CaCl_2 , nas condições analisadas, as variações nos teores adicionados não influenciaram as características do soro e peso da massa, de tal modo que os dados obtidos parecem contradizer as considerações feitas por Paula, et al. (2009); Varnam e Sutherland (1994), salientam que a adição de cloreto de cálcio (CaCl_2) como medida para repor o cálcio insolubilizado no processo de pasteurização, pode reverter as perdas de sólidos do leite para o soro. Alerta-se, entretanto, que as doses de CaCl_2 utilizadas neste ensaio foram inferiores às utilizadas por Saboya et al. (1998); Vasconcelos, et al. (2004), correspondente a 20g CaCl_2 /100L de leite, que é a dose usualmente utilizada.

As variáveis dependentes analisadas: densidade, gordura, crioscopia e acidez dornic não foram influenciadas pelas variáveis independentes (temperatura, CaCl_2 e quimosina) nas condições do ensaio. Somente o teor de proteína do soro, peso da massa, peso do soro e pH do soro foram influenciados pelo efeito linear e/ou quadrático da temperatura e/ou enzima.

Através da equação de regressão percebe-se que houve um efeito quadrático no teor de proteína do soro, cuja derivada apontou com ponto de máxima em 0,86 mL/L de enzima (quimosina) adicionada. Desta forma, dentre as concentrações usadas neste ensaio, a concentração intermediária de 0,9 mL/L foi a que mais provocou a perda de proteínas para soro, com conseqüente diminuição no peso da massa. Resultados semelhantes quanto ao teor de proteína no soro foram encontrados por Vasconcelos, et al. (2004) ao avaliar o efeito do pH de coagulação do leite e tipo de coalho sobre o rendimento de massa do queijo minas frescal.

O tratamento 08 foi aquele que proporcionou maior peso da massa, devido à alta temperatura e alto teor de quimosina empregados. Apesar do teor de enzima 1,1 mL/L ser o mais favorável à obtenção de massa nas condições deste ensaio, os autores Vasconcelos, et al. (2004) evidenciam que a concentração de coalho pode interferir nas características sensoriais do queijo, como sabor e textura, influenciadas pela atividade proteolítica das enzimas, sendo que a maior taxa de proteólise seria responsável pelo desenvolvimento de sabor amargo durante a maturação, além de modificações indesejáveis na textura do queijo. Em relação ao rendimento de massa, os mesmos autores obtiveram menores valores em suas avaliações, talvez porque a pesagem dos queijos tenha sido após cinco dias de enformagem, enquanto que neste ensaio, o peso da massa foi avaliado após 1h de enformagem.

Rossi et al. (1998) em seus experimentos relataram que a alta umidade observada nos queijos resultantes de todos os tratamentos, pode ser explicada pelo alto pH da massa quando comparada a queijos fabricados com fermento láctico. Estando o pH mais elevado, a massa fica mais calcificada, portanto, menos porosa, auxiliando a retenção de água. Neste experimento, o pH dos soros e conseqüentemente o da massa, foi de 6,76 em média, portanto, maior que o pH isoelétrico da caseína que é de aproximadamente 4,5, o que justifica o elevado peso da massa em função da maior retenção de água.

CONCLUSÃO

As variáveis temperatura e teor de enzima (quimosina) influenciaram as características físico-químicas do soro e o peso da massa, sendo que estas não foram influenciadas pelo teor de cloreto de cálcio (CaCl_2) nas doses empregadas nesse ensaio.

REFERÊNCIAS

BOX, G.E.P.; WILSON, K.B. On the experimental attainment of optimum conditions. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series B, London, v.13, p. 1-45, 1951.

BRASIL. MAPA. DIPOA. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal** (RIISPOA). Decreto n.30.691, 29 de março de 1952 [alterado pelos decretos: 1.255/1962, 1812/1996, 2.244/1997, 6.385/2008 e 7.216/2010]. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/D30691.htm> Acesso em: 29 Mai 2013.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução n. 145. Regulamento Técnico

MERCOSUL de Identidade e Qualidade de Queijo Minas Frescal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 dez. 1996.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 68** de 12 de dezembro de 2006. **Diário Oficial da União**, Brasília 14 dez. 2006, Seção 1, p. 8.

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. **Fabricar queijo minas frescal**. 2007. Disponível em: <<http://www.cpatu.embrapa.br/eu-quero/2007/novembro/fabricar-queijo-minas-frescal>>. Acesso em: 28 jun. 2012.

HENIKA, R.G.; PALMER, G.M. Response surface methodology: revisited. In: AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS ANNUAL MEETING, New Orleans, **Anais...** 1976. 14p.

PAULA, J.C.J.; CARVALHO, A.F.; FURTADO, M.M. Princípios básicos de fabricação de queijo: do histórico a salga. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 367/368, p. 19-25, mar./jun. 2009.

PERRY, K.S.P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004.

ROSSI, D.A.; ABREU, L.R.; FURTADO, M.M.; MOURA, J.C. Utilização do coalho bovino e coagulantes microbiano e genético na composição e rendimento do Queijo Minas Frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 53, n. 305, p. 8-14, set./dez. 1998.

SABOYA, L.V.; OLIVEIRA, A. J.; FURTADO, M. M.; SPADOTI, L. M. Efeitos físico-químicos da adição de leite reconstituído na fabricação de Queijo Minas Frescal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, out./dez. 1998.

STATSOFT STATISTICA. **Electronic Statistics Textbook**. Tulsa: Statsoft Inc., 2003. Disponível em: <<https://www.statsoft.com/textbook/>>. Acesso em: 12 jul. 2012.

VARNAM, A.H; SUTHERLAND, J.P. **Leche y productos lácteos. Tecnología, química y microbiología**. Zaragoza: ed. Acribia, 1995. cap. 7, p. 291-364.

VASCONCELOS, M.P.; ARAÚJO, K.G.L.; VERRUMA-BERNARDI, M.R. Efeito do pH de coagulação do leite e do tipo de coalho sobre o rendimento de massa na produção de queijo. **Revista Brasileira Agrociência**, v.10, n. 4, p. 499-502, out./dez. 2004.