

Composição de macronutrientes e evolução da maturação de queijo Prato com teor reduzido de gordura adicionado de enzima proteolítica fastuosáina

Composition of macronutrients and evolution of ripening of low fat Prato cheese with the addition of the proteolytic enzyme fastuosain

Autores | Authors

**Graziele Aparecida Chiuchi
GARCIA**

Bruna Rodrigues MORETTI

Raquel Guttierrez GOMES

Sabrina Neves CASAROTTI

*Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Departamento de Engenharia e Tecnologia
de Alimentos*

e-mail: grazielegarcia@yahoo.com.br

br_moretti@yahoo.com.br

rgutti02@bol.com.br

sabrinacasarotti@yahoo.com.br

✉ **Ana Lúcia Barretto PENNA**

*Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Departamento de Engenharia e Tecnologia
de Alimentos*

Rua Cristóvão Colombo, 2265

CEP: 15054-000

São José do Rio Preto/SP - Brasil

e-mail: analucia@ibilce.unesp.br

Resumo

O queijo Prato é classificado como gordo e de média umidade, sendo um dos queijos mais fabricados no Brasil. Atualmente, devido à busca pela manutenção ou perda de peso corporal, os produtos com teor reduzido de gordura têm sido mais procurados. Entretanto, queijos com teor reduzido de gordura apresentam defeitos sensoriais, como aroma pobre, sabor indesejável, textura muito firme, elástica ou danificada e baixo rendimento, necessitando de um maior período de maturação, quando comparados aos queijos com teor integral de gordura. Várias alternativas para melhorar esses produtos têm sido propostas nos últimos anos, sendo a adição de enzimas proteolíticas de fácil aplicação prática. O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações da composição de macronutrientes e a evolução da maturação, em queijo Prato com teor reduzido de gordura adicionado da enzima proteolítica, fastuosáina. Foram realizados 3 processamentos, sendo um pelo método tradicional (queijo A), sem adição de enzima proteolítica, e dois pelo método modificado, nos quais se adicionou 14 e 28 mg de enzima.L⁻¹ de leite, queijos B e C, respectivamente. Após 1, 15, 30, 45 e 60 dias de maturação foram avaliados: a composição dos macronutrientes, os teores de nitrogênio solúvel em pH 4,6 e nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético 12%. O teor de acidez das amostras dos queijos aumentou durante o período de maturação, sendo que os maiores teores foram obtidos para as amostras dos queijos B e C, nos quais a enzima fastuosáina foi adicionada. O teor de gordura das amostras dos queijos variou de 22 a 25%, porém não puderam ser classificados como *light*. O uso da enzima proteolítica fastuosáina promoveu alterações na composição dos queijos Prato com teor reduzido de gordura, resultando em queijos com características sensoriais adequadas e mais maturados do que o controle. Quando comparados com o queijo tradicional, os queijos modificados apresentaram uma redução em 30 dias no período de maturação. Os resultados mostraram o uso da enzima fastuosáina como uma alternativa para melhoria da qualidade dos queijos com teor reduzido de gordura.

Palavras-chave: *Queijo Prato; Fastuosáina; Maturação; Alimentos com teor reduzido de gordura.*

■ Summary

Prato cheese is classified as fatty and of semi moist, being one of the most produced cheeses in Brazil. Nowadays, the demand for products with a reduced fat content have been more sought after, especially for the maintenance or loss of corporal weight. However, cheeses with a reduced fat content present sensorial defects, such as poor aroma, undesirable flavor, very firm rubbery texture, and needing a longer ripening period, when compared to cheeses with a full fat content. Several alternatives to improve those products have been proposed during the past few years, and the addition of proteolytic enzymes is easy for practical application. The objective of this research was to evaluate the modifications in the macronutrient composition and the evolution of the ripening in reduced fat Prato cheese with the addition of the proteolytic enzyme (fastuosain). There were three processes, one being for the traditional method (cheese A), without the addition of the proteolytic enzyme, and two for the modified method, to which was added 14 and 28 mg of enzyme.L⁻¹ of milk to cheeses B and C, respectively. These cheeses were evaluated after 1, 15, 30, 45 and 60 days of ripening for the composition of the macronutrients, the soluble nitrogen in pH 4.6 and soluble nitrogen in 12% trichloroacetic acid. The acidity content of the samples of the cheeses increased during the ripening, and the highest reading was obtained for the samples of the cheeses B and C, to which the enzyme (fastuosain) was added. The fat content of the samples varied from 22 to 25%, however the cheeses could not be classified as "light". The use of the proteolytic enzyme fastuosain altered the composition of the reduced fat Prato cheese resulting in cheeses with appropriate sensorial characteristics and faster ripening than the control. When compared with the traditional cheese, the modified cheeses presented a reduction of 30 days in the ripening time. The results showed the use of the enzyme fastuosain as an alternative for improvement of the quality of the cheeses with a reduced fat content.

Key words: *Prato cheese; Fastuosain; Ripening; Reduced fat food.*

Composição de macronutrientes e evolução da maturação de queijo Prato com teor reduzido de gordura adicionado de enzima proteolítica fastuosáina

GARCIA, G. A. C. et al.

1 Introdução

O queijo tipo Prato é um dos queijos mais produzidos no Brasil (SPADOTI et al., 2003). Foi introduzido na década de 20, na região sul de Minas, por imigrantes dinamarqueses, sendo originado dos queijos Dambo dinamarquês e Gouda holandês. No Brasil, sua tecnologia de fabricação foi adaptada às condições locais, o que explica as diferenças de sabor e textura em relação aos queijos que lhe deram origem (SILVA, 1998). O queijo Prato é um queijo semiduro, de massa cozida, com perfil de maturação predominantemente proteolítico (BALDINI et al., 1998).

Devido à importância econômica e nutricional dos produtos lácteos, particularmente do queijo Prato, aliada a preocupação com a saúde, uma vez que a gordura de origem animal pode apresentar relação com doenças coronárias e carcinogênicas, torna-se necessário o estudo para desenvolver tecnologias de fabricação de queijo Prato com teor reduzido de gordura. O desenvolvimento de queijos com reduzido teor de gordura envolve alterações nos processamentos que incluem: mudanças de temperatura e tempo de cozimento, pH durante a fabricação, quantidade de sal, seleção de culturas lácticas e uso de aditivos como estabilizantes e substitutos de gordura (JOHNSON e CHEN, 1995; MISTRY, 2001; RODRÍGUEZ, 1998).

Queijos com teor reduzido de gordura apresentam defeitos sensoriais, como aroma pobre, sabor indesejável, textura muito firme, elástica ou danificada e baixo rendimento, necessitando de um maior período de maturação, quando comparados aos queijos com teor integral de gordura. Várias alternativas para melhorar esses produtos têm sido propostas nos últimos anos, sendo a adição de enzimas proteolíticas, durante o processo de fabricação, de fácil aplicação prática, podendo ser utilizada no melhoramento das características do queijo Prato com teor reduzido de gordura. O aumento da proteólise, especificamente a atividade aminopeptídica, reduz o amargor e aumenta a concentração de peptídeos de sabor e aroma desejáveis e precursores de sabor e aroma voláteis (DRAKE e SWANSON, 1995). A enzima proteolítica fastuosáina, extraída do fruto verde do gravatá (*Bromelia fastuosa*), é uma cisteíno-peptidase com atividade enzimática máxima em pH próximo ao neutro e temperatura entre 55-60 °C (CABRAL, 2001; CABRAL, 2005). Esta enzima foi testada em queijo Prato com teor integral de gordura, promovendo, nos queijos aos 15 dias de maturação, índices de proteólise superiores aos encontrados nos queijos sem adição de enzima, aos 45 dias de maturação (LEITE et al., 2003). O estudo para o desenvolvimento de novas tecnologias para fabricação de queijo Prato com teor reduzido de gordura possibilita aos consumidores optarem por um

produto mais saudável e com características tecnológicas similares ao tradicional.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de diferentes concentrações da enzima proteolítica fastuosáina na composição de macronutrientes de queijo Prato com teor reduzido de gordura, durante a evolução da maturação.

2 Material e métodos

2.1 Atividade enzimática

Antes da fabricação dos queijos com utilização da enzima fastuosáina, foram realizados ensaios da atividade enzimática, seguindo o protocolo de Sarath et al. (1996), com modificações. Inicialmente a enzima proteolítica fastuosáina foi ativada utilizando-se na mistura 50 mg de enzima dissolvida em 1,5 mL de tampão fosfato de sódio 50 mM pH 7,0 e 20 µL de cloridrato de cisteína 5 mM. Realizou-se uma pré-incubação por 5 min a 37 °C. A mistura da reação para determinação da atividade enzimática foi composta de 800 µL de caseína 1% (p/v) em tampão fosfato 50 mM pH 7,0 como substrato; 50 µL de tampão fosfato 50 mM pH 7,0 e 50 µL do extrato enzimático pré-incubado. A mistura foi incubada a 37 °C e ao final de 20 min a reação foi interrompida pela adição de 200 µL de ácido tricloroacético (TCA) 10%. As amostras foram centrifugadas a 9.300 x g por 10 min em microcentrífuga 5414D (Eppendorf, Hamburg, Alemanha). Um controle foi preparado, no qual o TCA foi adicionado antes do extrato enzimático. O sobrenadante foi submetido à leitura da absorbância em 280 nm, nas condições do ensaio, em cubetas de quartzo utilizando um espectrofotômetro de duplo feixe Cary Scan 100 (Varian, Palo Alto, EUA). A unidade de atividade (U) foi adotada, segundo Baeza et al. (1990), em que 1 U corresponde ao aumento de Abs_{280} causado por 1 µmol Tirosina.min⁻¹, nas condições do ensaio.

2.2 Preparo e análise dos queijos

Foram realizados 3 processamentos diferentes de queijo Prato com teor reduzido de gordura, a partir de 25 L de leite cada, sendo um pelo método tradicional (controle) e dois pelo método modificado (Figura 1), com adição da enzima proteolítica fastuosáina, obtida, purificada e caracterizada de acordo com Cabral (2001).

Após 1, 15, 30, 45 e 60 dias de fabricação, foram realizadas as seguintes análises físico-químicas nas amostras dos queijos, em triplicata: gordura pelo método de Gerber – Van Gulik (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985); acidez por titulação com NaOH 0,1 N (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985); extrato seco por secagem em estufa a vácuo a 70 °C/24 h (CASE et al., 1985); teor de nitrogênio total (NT) pelo método de Kjeldahl. O teor

Composição de macronutrientes e evolução da maturação de queijo Prato com teor reduzido de gordura adicionado de enzima proteolítica fastuosáina

GARCIA, G. A. C. et al.

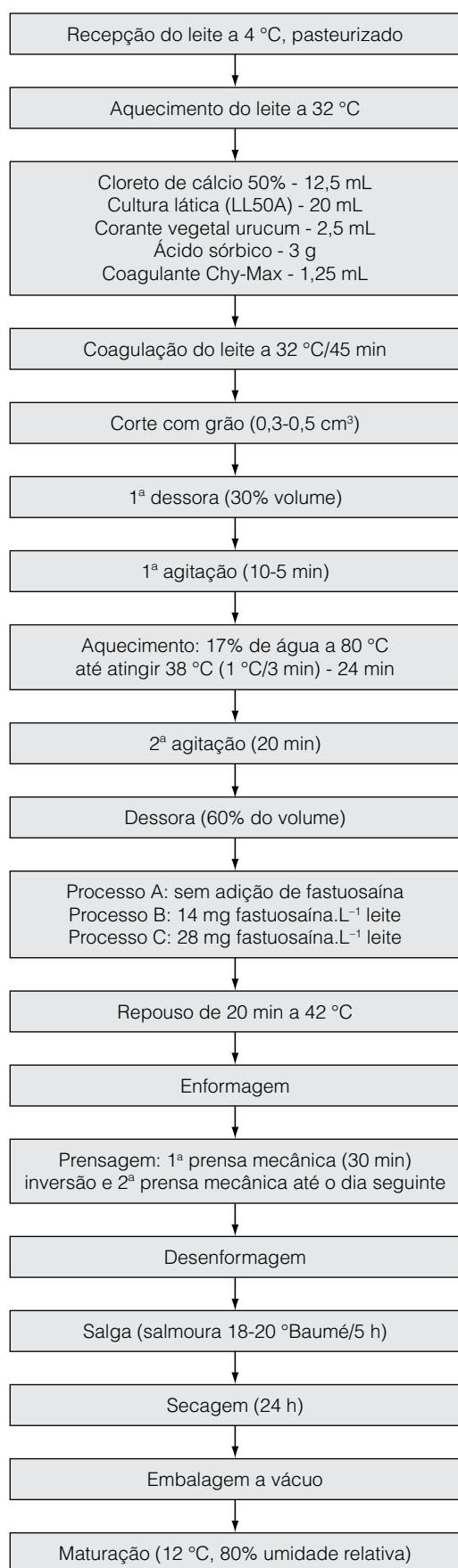


Figura 1. Processo de fabricação do queijo controle e modificados.

de proteína total foi calculado multiplicando-se o valor do nitrogênio total por 6,38 (CUNNIFF, 1997). O teor de nitrogênio solúvel em pH 4,6 (Nitrogênio não caseico - NNC) foi determinado pela dosagem do nitrogênio total no filtrado obtido após precipitação isoelétrica das caseínas (SILVA et al., 1997) e o teor de nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético (TCA) 12% (Nitrogênio não proteico - NNP) foi determinado pela dosagem de nitrogênio total no filtrado obtido após precipitação da totalidade das proteínas em presença de TCA a 12% (SILVA et al., 1997). O índice de extensão da maturação (IEM) foi obtido pela relação entre os teores de nitrogênio solúvel em pH 4,6 (NNC) e nitrogênio total (NT) e o índice de profundidade da maturação (IPM) pela relação entre os teores de nitrogênio solúvel em TCA 12% (NNP) e nitrogênio total (NT) (WOLFSCHOON-POMBO, 1983).

Foi feita a análise de variância (ANOVA) dos resultados experimentais, e a comparação das médias das amostras pelo teste de Tukey, considerando-se um nível de significância a 5%, utilizando-se o programa computacional ESTAT (Sistema para análises estatísticas, versão 2.0, Departamento de Ciências Exatas, UNESP, Jaboticabal).

3 Resultados e discussão

3.1 Atividade enzimática

O processo B, no qual se utilizaram 14 mg de fastuosáina.L⁻¹ leite e o processo C, 28 mg de fastuosáina.L⁻¹ de leite, apresentaram atividade enzimática total de 600.000 U.L⁻¹ leite e 1.200.000 U.L⁻¹ leite, respectivamente.

3.2 Caracterização físico-química dos queijos

A Tabela 1 e as Figuras 2 a 6 apresentam os resultados da caracterização físico-química dos queijos controle (A: sem adição da enzima fastuosáina) e modificados (B: com adição de 14 mg fastuosáina.L⁻¹ leite e C: com adição de 28 mg fastuosáina.L⁻¹ leite), durante o período de maturação analisado (60 dias).

Todas as amostras de queijos analisados estão de acordo com a legislação que classifica o queijo Prato como de média umidade (36 a 46%), devendo apresentar, portanto, o conteúdo de extrato seco total variando de 54 a 64% (BRASIL, 1997). Ocorreu variação no conteúdo de extrato seco total entre as amostras dos diferentes processos para o mesmo período de maturação e entre o mesmo processo nos diferentes dias de maturação (Tabela 1). A variação do teor de umidade em um mesmo lote está relacionada a variações decorrentes da prensagem coletiva dos queijos (OLIVEIRA, 1986). Os produtos foram prensados uns sobre os outros, desta forma, os queijos que ficam embaixo recebem uma maior

Composição de macronutrientes e evolução da maturação de queijo Prato com teor reduzido de gordura adicionado de enzima proteolítica fastuosáina

GARCIA, G. A. C. et al.

Tabela 1. Composição de macronutrientes e evolução durante a maturação dos queijos Prato controle (A) e modificados (B e C), durante a maturação.

Análises	Processos	Dias				
		1	15	30	45	60
Extrato seco (%)	A	59,18 ± 0,12 ^{Ad}	61,03 ± 0,21 ^{Aa}	60,33 ± 0,13 ^{Ab}	59,69 ± 0,07 ^{Ac}	60,24 ± 0,14 ^{Ab}
	B	57,07 ± 0,19 ^{Bb}	54,45 ± 0,10 ^{Cc}	56,39 ± 0,17 ^{Bb}	56,49 ± 0,77 ^{Bb}	59,06 ± 0,08 ^{Ba}
	C	55,58 ± 0,08 ^{Cb}	57,41 ± 0,22 ^{Ba}	55,69 ± 0,24 ^{Cb}	57,15 ± 0,33 ^{Ba}	55,14 ± 0,28 ^{Cb}
Gordura (%)	A	25,0 ± 0,0 ^{Aa}	24,7 ± 0,5 ^{Aa}	25,0 ± 0,0 ^{Aa}	25,0 ± 0,0 ^{Aa}	25,0 ± 0,0 ^{Aa}
	B	22,0 ± 0,0 ^{Ba}	22,0 ± 0,0 ^{Ba}	22,0 ± 0,0 ^{Ba}	22,0 ± 0,0 ^{Ba}	22,0 ± 0,0 ^{Ba}
	C	22,0 ± 0,0 ^{Ba}	22,5 ± 0,0 ^{Ba}	22,0 ± 0,0 ^{Ba}	22,0 ± 0,0 ^{Ba}	22,0 ± 0,0 ^{Ba}
Proteína total (%)	A	28,11 ± 0,45 ^{Aa}	28,33 ± 0,20 ^{Aa}	28,34 ± 0,91 ^{Aa}	28,75 ± 0,16 ^{Aa}	28,32 ± 0,55 ^{Aa}
	B	28,81 ± 0,39 ^{Aa}	27,05 ± 0,31 ^{Bc}	26,82 ± 0,06 ^{Abc}	27,60 ± 0,44 ^{Abc}	28,40 ± 0,11 ^{Aab}
	C	30,08 ± 1,81 ^{Aa}	28,47 ± 0,63 ^{Aab}	25,88 ± 1,17 ^{Bb}	28,09 ± 0,15 ^{Aab}	26,66 ± 0,17 ^{Bb}

A, B, C Letras iguais na mesma coluna, para as mesmas análises, não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$); a, b, c letras iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$); processo A (sem adição de enzima); B (adição de 14 mg fastuosáina.L⁻¹ leite com atividade total de 600.000 U.L⁻¹ leite); e C (adição de 28 mg fastuosáina.L⁻¹ leite com atividade total 1.200.000 U.L⁻¹ leite).

pressão sendo, portanto, mais desidratados. Visando minimizar esta diferença, os queijos foram invertidos de posição após 30 min da primeira prensagem. Pode também ter havido falta de uniformidade na distribuição da massa nas fôrmas, embora esta seja colocada em uma mesma altura. A etapa de drenagem do soro foi padronizada para que sempre se retirasse a mesma quantidade de soro em todos os queijos fabricados, visando diminuir esta fonte de erros. Porém, o rendimento dos queijos varia conforme a época em que são fabricados; dependendo das características físico-químicas do leite utilizado diferentes quantidades de soro são geradas.

O conteúdo de extrato seco total foi semelhante aos encontrados por Silva et al. (2005), 57,41% aos 30 dias e 56,03% aos 48 dias de maturação de queijo Prato *light*. Porém, os valores encontrados diferem dos observados por Silva et al. (2005) em queijos Prato *light* comerciais e por Katsuda et al. (1999) em queijo Prato com baixo teor de gordura.

As amostras de queijos obtidas nos diferentes processos apresentaram, em geral, aumento no teor de acidez durante o período de maturação (Figura 2). O aumento da acidez está relacionado à glicólise, na qual a lactose é convertida em ácido láctico pelas bactérias da cultura láctica, sendo responsável pela produção de sabor e aroma do queijo (NABUCO et al., 2004). O uso da enzima fastuosáina pode ter liberado aminoácidos e peptídeos que favoreceram o desenvolvimento da cultura láctica. Além disso, o teor de acidez pode variar de acordo com as diferenças da concentração de lactose no queijo, a qual depende da extensão da drenagem do soro (MORENO et al., 2002).

O comportamento crescente no teor de acidez dos queijos foi semelhante aos descritos por Silva et al. (2005), que encontraram variação de 0,62 a 0,81% para queijo Prato *light* comercial aos 30 e 48 dias de maturação, respectivamente, embora os teores de acidez observados

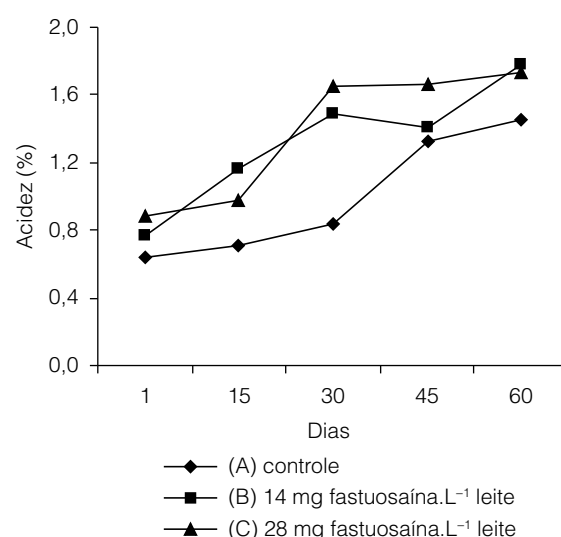


Figura 2. Evolução do teor de acidez durante a maturação.

neste experimento tenham sido superiores. Estudos com queijo Prato com teor integral de gordura também mostraram comportamento crescente do teor de acidez durante o período de maturação (CICHOSCKI et al., 2002; NABUCO et al., 2004; MORETTI et al., 2004; SILVA et al., 2005). Por outro lado, Drunkler et al. (2004) observaram diminuição do teor de acidez durante a maturação em queijos com diferentes teores de caseína/gordura (C/G), sendo que os maiores teores de acidez, 0,82 e 0,51%, após 1 e 25 dias, respectivamente, foram obtidos com a maior relação C/G (3,53%).

O teor de gordura dos queijos controle e modificados foram superiores aos encontrados por Katsuda et al. (1999), que obtiveram 18,6% em queijos com baixo teor de gordura, por Silva et al. (2005), que obtiveram 18,17% em queijos Prato *light* produzidos em planta piloto e 14,17% em queijos Prato *light* comerciais. A dificuldade em uniformizar a massa do queijo nas fôrmas faz com que ocorra uma pequena variação no teor de gordura em

Composição de macronutrientes e evolução da maturação de queijo Prato com teor reduzido de gordura adicionado de enzima proteolítica fastuosáina

GARCIA, G. A. C. et al.

queijos do mesmo lote nos diferentes dias de maturação, conforme observado em vários estudos (CICHOSCKI et al., 2002; NABUCO et al., 2004; MORETTI et al., 2004; DRUNKLER et al., 2004; SILVA et al., 2005).

O queijo Prato integral é classificado como gordo por apresentar de 26 a 29% de gordura. Segundo o Regulamento Técnico Referente à Informação Nutricional Complementar (BRASIL, 1998), um produto para ser considerado *light* deve apresentar uma redução mínima de 25% em relação ao conteúdo comparativo de nutrientes. Analisando-se os maiores teores de gordura nas amostras dos queijos e comparando-os com o valor médio de um queijo integral (27,5%), observou-se uma redução do teor de gordura de aproximadamente 23,5% para as amostras dos queijos B e C, e de 11,5% para as amostras do queijo A, não sendo possível classificá-los, portanto, como queijos *light*.

Os teores de nitrogênio observados (4,14 a 4,81%) foram maiores que a variação de 3,90 a 4,34% relatada por Silva et al. (2005), provavelmente pelo maior conteúdo de extrato seco total nos queijos deste trabalho. A variação entre o conteúdo de nitrogênio total pode ocorrer devido à falta de uniformidade da massa e às características físico-químicas do leite utilizado na fabricação dos produtos. Em diversos estudos com queijo Prato observou-se a variação deste parâmetro entre os diferentes processos e/ou nos diferentes dias de maturação, e se obtiveram valores mínimos e máximos de conteúdo de nitrogênio total de 3,21 e 4,67%, respectivamente (MORENO et al., 2002; LEITE et al., 2002; LEITE et al., 2004; GOROSTIZA et al., 2004; NABUCO et al., 2004; MORETTI et al., 2004; DRUNKLER et al., 2004; SILVA et al., 2005), menores que os encontrados neste trabalho.

Segundo Banks (2004), a redução do conteúdo de gordura resulta em um aumento significativo no conteúdo de proteína. Os valores de proteína total (25,88 a 30,08%) foram maiores que os encontrados por Silva et al. (2005), que variaram de 24,39 a 26,33% e por Katsuda et al. (1999), de 27,85%, provavelmente devido à diferença nos teores de umidade dos queijos comparados.

Em todos os processamentos (A, B e C) houve aumento no teor de nitrogênio solúvel em pH 4,6 (NS pH 4,6) desde o primeiro dia de maturação, o que também foi observado em diversos estudos (KATSUDA et al., 1999; MORENO et al., 2002; NABUCO et al., 2004; MORETTI et al., 2004; DRUNKLER et al., 2004; SILVA et al., 2005). Porém, Gorostiza et al. (2004) observaram que o teor de nitrogênio solúvel em pH 4,4 apresentou-se estável nas primeiras duas semanas e aumentou significativamente na fase final do processo de maturação em queijo Prato tradicional.

Aos 45 dias de maturação, o valor de NS pH 4,6 (NNC) das amostras do queijo A (controle) foi menor que o obtido aos 30 dias de maturação nas amostras

dos queijos B e C, mostrando que a adição de enzima promoveu a degradação proteica em peptídeos de peso molecular alto e médio mais rapidamente (Figura 3). Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Silva (1998), que encontrou valores de NS pH 4,6 maiores durante todo o período de maturação em todos os processos de queijo Prato em que se adicionaram enzimas, sendo que estes valores aumentaram durante a maturação. O teor de nitrogênio solúvel em pH 4,6 inclui os peptídeos de peso molecular alto e médio provenientes da α_{s1} e β -caseínas, podendo incluir peptídeos de baixo peso molecular e aminoácidos, de acordo com Christensen et al. (1991 *apud* SILVA, 1998) e Farkye et al. (1990).

Observou-se que as amostras do processo A apresentaram os menores teores de nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético 12% (NNP) (Figura 4). Estes resultados mostram que a degradação proteica em

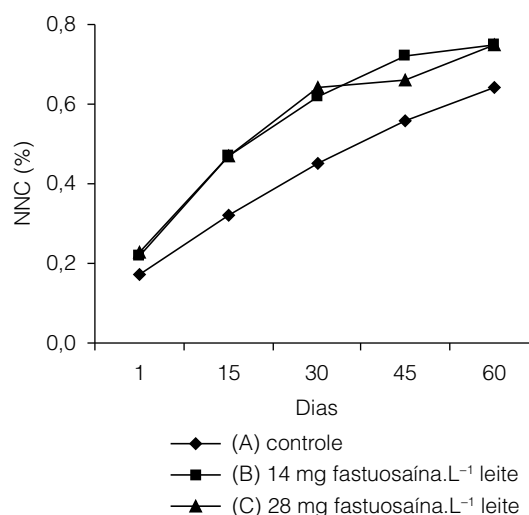


Figura 3. Evolução do teor de nitrogênio não caseico (NNC) durante a maturação.

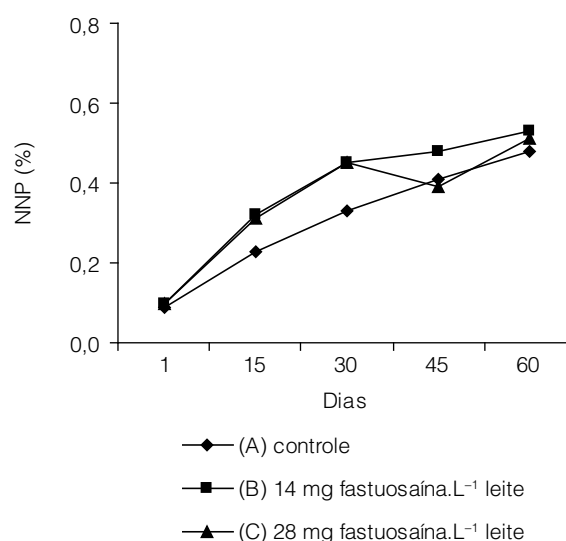


Figura 4. Evolução do teor de nitrogênio não proteico (NNP) durante a maturação.

Composição de macronutrientes e evolução da maturação de queijo Prato com teor reduzido de gordura adicionado de enzima proteolítica fastuosáina

GARCIA, G. A. C. et al.

substâncias de baixo peso molecular devido à ação de enzimas naturalmente presentes no queijo, como as do leite e da cultura lática, ocorrida nos queijos sem adição de enzimas exógenas, foi menor que a degradação proteica promovida pela enzima proteolítica fastuosáina. O teor de nitrogênio solúvel em TCA inclui substâncias de baixo peso molecular acumuladas durante o período de maturação, devido principalmente à ação proteolítica das enzimas microbianas sobre os compostos nitrogenados oriundos da degradação da caseína (SILVA, 1998).

Os menores índices de extensão da maturação (IEM) foram encontrados nas amostras dos queijos do processamento A, em que não houve adição de enzimas, e os maiores nas amostras do queijo do processamento C, com adição de enzimas com maior atividade enzimática (Figura 5).

O IEM obtido na amostra de queijo do processamento A aos 60 dias de maturação foi observado nas amostras dos queijos dos processamentos B e C aos 30 dias, mostrando que a adição da enzima proteolítica reduziu o tempo de maturação em 30 dias (Figura 5). Os valores dos índices de extensão da maturação obtidos foram superiores aos encontrados por Leite et al. (2002) e Leite et al. (2004), para queijos integrais adicionados de enzimas, e Moretti et al. (2004), Silva et al. (2005), para queijos com baixo teor de gordura, sem adição de enzima, porém inferiores aos obtidos por Silva (1998). De acordo com Van Derder et al. (1986), o índice de extensão da proteólise aumenta durante a maturação, conforme foi observado no presente trabalho e em estudos realizados por Moreno et al. (2002), Moretti et al. (2004) e Silva (1998). Esta última autora observou em processamentos de queijos Prato com adição de enzima Neutrase®, já no primeiro dia e durante todo o período de maturação, maiores índices de extensão da maturação que os fabricados sem adição de enzima. O índice de extensão da maturação (IEM), obtido por meio da relação entre os teores de nitrogênio solúvel em pH 4,6 (NS pH 4,6) e de nitrogênio total (NT), é caracterizado pela quantidade de substâncias nitrogenadas solúveis na fase aquosa dos queijos, resultantes da degradação da caseína pelo coalho e acumuladas durante a maturação, refletindo, portanto, a composição final e as características organolépticas do queijo. Por meio do IEM, é possível entender melhor o índice de aproveitamento dos elementos do leite na coalhada, a atividade proteolítica do coalho e das enzimas (SILVA, 1998).

O índice de profundidade da maturação (IPM) é diretamente proporcional à ação de endo e exopeptidases bacterianas (descarboxilases e desaminases) que liberam aminoácidos e outros compostos nitrogenados de baixo peso molecular, como oligopeptídeos e aminas, sendo, portanto, importante para a avaliação da atividade peptidolítica da cultura lática (COSTA JÚNIOR e PINHEIRO,

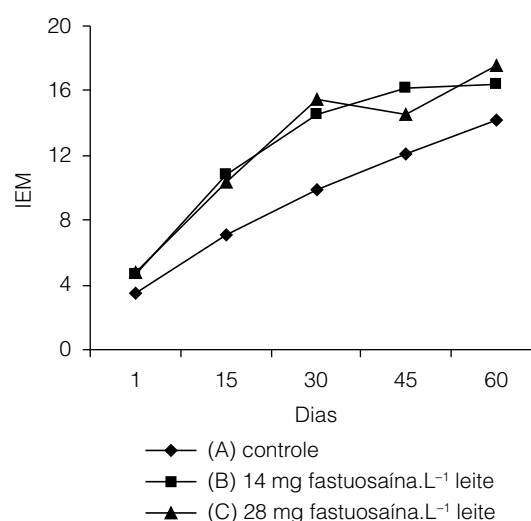


Figura 5. Evolução do índice de extensão da maturação.

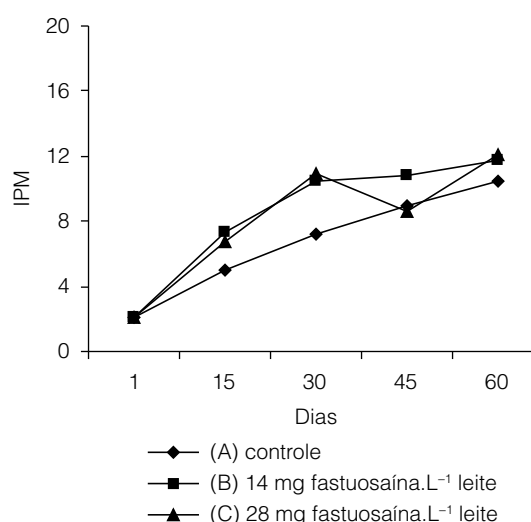


Figura 6. Evolução do índice de profundidade da maturação.

1998). Com o uso de fastuosáina, foram observados maiores índices de profundidade da maturação do que os obtidos por Leite et al. (2004) e Moretti et al. (2004) e semelhantes aos obtidos por Leite et al. (2002) e Moreno et al. (2002). O comportamento do IPM durante a maturação foi diferente do encontrado por Silva (1998) para queijo Prato com adição de Neutrase®, em que durante todo o período de maturação, as amostras com enzima apresentaram valores de IPM mais elevados do que as fabricadas sem adição de enzima (Figura 6).

4 Conclusões

A adição da enzima proteolítica fastuosáina, com maior atividade enzimática total (Processamento C), resultou em maior proteólise e na melhoria das características físico-químicas dos queijos. Os resultados apontam o uso da enzima fastuosáina como uma interessante alternativa para melhoria da qualidade de queijos Prato com teor reduzido de gordura.

Composição de macronutrientes e evolução da maturação de queijo Prato com teor reduzido de gordura adicionado de enzima proteolítica fastuosáina

GARCIA, G. A. C. *et al.*

Referências

- BAEZA, G.; CORREA, D.; SALAS, C. Proteolysis enzymes in *Carica candamarcensis*. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 51, n. 1, p. 1-9, 1990.
- BALDINI, V. L. S.; CAMPOS, S. D. S.; SILVA, A. T.; VAN DENDER, A. G. F.; LAJOLO, F. M. Alterações das características químicas e de textura do queijo tipo Prato ao longo do processo de maturação. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 53, n. 304, p. 53-59, 1998.
- BANKS, J. M. The technology of low-fat cheese manufacture. **International Journal of Dairy Technology**, Huntingdon, v. 57, n. 4, p. 199-207, 2004.
- BRASIL. Portaria nº 27 de 16 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 jan. 1998.
- BRASIL. Portaria nº 358, de 04 de setembro de 1997. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade do queijo Prato. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 8 set. 1997. n. 172, p. 19690.
- CABRAL, H. **Análise funcional e estrutural comparativa da fastuosáina com papaína e bromelinas**. 2005. 150 f. Tese (Doutorado em Biofísica Molecular) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto.
- CABRAL, H. **Isolamento e caracterização de uma cisteíno-peptidase de frutos de *Bromelia fastuosa* (gravatá)**. 2001. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto.
- CASE, R. A.; BRADLEY Jr., R. L.; WILLIAMS, R. R. Chemical and physical methods. In: AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (Org.). **Standard methods for the examination of dairy products**. Washington, 1985. p. 327-404.
- CICHOSCKI, A. J.; VALDUGA, E.; VALDUGA, A. T.; TORNADIJO, M. E.; FRESNO, J. M. Characterization of Prato cheese, a Brazilian semi-hard cow variety: evolution of physico-chemical parameters and mineral composition during ripening. **Food Control**, Guildford, v. 13, n. 4, p. 329-336, 2002.
- COSTA Jr., L. C. G.; PINHEIRO, A. J. R. Influência da relação caseína/gordura nas características físico-químicas do queijo Prato. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 53, n. 305, p. 29-49, 1998.
- CUNNIFF, P. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16 ed. Gaithersburg: AOAC International, 1997. V. 2, Cap. 3, p. 1-75.
- DRAKE, M. A.; SWANSON, B. G. Reduced and low-fat cheese technology: a review. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 6, n. 11, p. 366-369, 1995.
- DRUNKLER, N. L.; KATSUDA, M. S.; DRUNKLER, D. A. Efeito da padronização do teor caseína/gordura sobre as características físico-químicas do queijo Prato durante a maturação. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 59, n. 339, p. 386-388, 2004.
- FARKYE, N. Y.; FOX, P. F.; FITZGERALD, G. F.; DALY, C. Proteolysis and flavour development in Cheddar cheese made exclusively with single strain proteinase-positive or proteinase-negative starters. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 4, p. 874-880, 1990.
- GOROSTIZA, A.; CICHOSCKI, A. J.; VALDUGA, A. T.; VALDUGA, E.; BERNARDO, A.; FRESNO, J. M. Changes in soluble nitrogenous compounds, caseins and free amino acids during ripening of artisanal Prato cheese: a Brazilian semi-hard cows variety. **Food Control**, Guildford, v. 85, n. 3, p. 407-414, 2004.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 2 ed. São Paulo, 1985. V.1. 371 p.
- JOHNSON, M. E.; CHEN, C. M. Technology of manufacturing reduced-fat Cheddar cheese. In: MALIN, E. L.; TUNICK, M. H. (Eds.). **Chemistry of structure-functions relationships in cheese**. New York: Plenum Press, 1995. p. 331-338.
- KATSUDA, M. S.; MIGLIORANZA, L. H. S.; FERREIRA, S. H. P.; FONSECA, I. C. B. Caracterização química, sensorial e de textura de queijo tipo Prato com teor reduzido de gordura. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 54, n. 309, p. 128-131, 1999.
- LEITE, T. D.; MADUREIRA, F. C. P.; RINO, T. M. H.; PENNA, A. L. B. Estudo comparativo entre técnicas de fabricação do queijo Prato. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 59, n. 339, p. 379-382, 2004.
- LEITE, T. D.; PITARELLO, J.; PENNA, A. L. B. Avaliação da maturação do queijo prato. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 57, n. 327, p. 136-139, 2002.
- LEITE, T. D.; PITARELLO, J.; PENNA, A. L. B. Aceleração da maturação de queijo prato pelo uso de enzima proteolítica do fruto verde de gravatá (*Bromelia fastuosa*). In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS, 4., 2003, Valparaíso. **Resúmenes...** Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María, 2003. p. 65.
- MISTRY, V. V. Low fat cheese technology. **International Dairy Journal**, Barking, v. 11, n. 4, p. 413-422, 2001.
- MORENO, I.; COSTA, G. A. N.; VAN DENDER, A. G. F.; VIALTA, A.; LERAYER, A. L. S.; SILVA, A. T.; DESTRO, M. T. Propriedades físicas e composição química e bioquímica durante a maturação de queijo Prato de diferentes origens. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 57, n. 327, p. 270-273, 2002.

Composição de macronutrientes e evolução da maturação de queijo Prato com teor reduzido de gordura adicionado de enzima proteolítica fastuosáinaGARCIA, G. A. C. *et al.*

- MORETTI, B. R.; NABUCO, A. C.; PENNA, A. L. B. Evolução dos índices de maturação do queijo Prato. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 59, n. 339, p. 363-366, 2004.
- NABUCO, A. C.; MORETTI, B. R.; PENNA, A. L. B. Avaliação do perfil de tirosina e triptofano durante a maturação do queijo tipo Prato. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 59, n. 339, p. 360-363, 2004.
- OLIVEIRA, J. S. **Queijos**: fundamentos tecnológicos. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1986. 146 p.
- RODRÍGUEZ, J. Recent advances in the development of low-fat cheeses. **Trends in Food Science & Technology**, Madrid, v. 9, n. 6, p. 249-254, 1998.
- SARATH, G.; De LA MOTTE, R. S.; WAGNER, F. W. Protease assay methods. In: BEYNON, R. J.; BOND, J. S. (Eds.). **Proteolytic enzymes**: a practical approach. New York: Oxford University Press, 1996. p. 25-55.
- SILVA, A. T. **Maturação de queijo tipo Prato**: influência da adição de enzimas proteolíticas no processo. 1998. 119 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- SILVA, P. H. F.; PEREIRA, D. B. C.; OLIVEIRA, L. L.; COSTA Jr., L. C. G. **Físico-química do leite e derivados**: métodos analíticos. Juiz de Fora: Oficina de Impressão, 1997. 190 p.
- SILVA, C. R. B.; MORETTI, B. R.; NABUCO, A. C.; GARCIA, G. A. C.; PENNA, A. L. B. Maturação de queijo Prato: comparação entre o produto integral e o produzido com teor reduzido de gordura. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 60, n. 345, p. 235-238, 2005.
- SPADOTI, L. M.; DORNELLAS, J. R. F.; PETENATE, A. J.; ROIG, S. M. Avaliação do rendimento do queijo tipo Prato por modificações no processo tradicional de fabricação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 429-499, 2003.
- VAN DENDER, A. G. F.; VALLE, J. L. E.; ARDITO, E. F. G.; De FIGUEIREDO, I. B. Estudo de métodos de aceleração no processo de fabricação do queijo tipo Prato. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 41, n. 247, p. 3-13, 1986.
- WOLFSCHOON-POMBO, A. F. Índices de proteólise em alguns queijos brasileiros. **Revista Boletim do Leite**, São Paulo, v. 55, n. 661, p. 1-8, 1983.