

## Textura instrumental e avaliação sensorial de queijo fresco cremoso simbiótico: implicações da adição de *Lactobacillus paracasei* e inulina

Flávia Carolina Alonso Buriti, Haíssa Roberta Cardarelli, Susana Marta Isay Saad\*

Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Faculdade de Ciências Farmacêuticas,  
Universidade de São Paulo

*Avaliou-se o efeito da adição do probiótico *Lactobacillus paracasei* e da fibra prebiótica inulina sobre o perfil de textura e as características sensoriais de queijo fresco cremoso. Três tratamentos de queijo fresco cremoso foram preparados em quintuplicata, em escala piloto, todos suplementados com uma cultura starter de *Streptococcus thermophilus* (T1, T2 e T3). *L. paracasei* subsp. *paracasei* foi adicionado em T1 e T2. Inulina foi adicionada em T2. O perfil de textura instrumental foi determinado após 1, 7, 14 e 21 dias de armazenamento. A análise sensorial foi conduzida aos 7 dias de armazenamento dos queijos. A presença de *Lactobacillus paracasei* nos queijos T1 e T2 e de inulina em T2 não alterou significativamente o perfil de textura ( $p > 0,05$ ). Os queijos T1 apresentaram a menor preferência na análise sensorial e diferiram significativamente de T2 e T3 ( $p < 0,05$ ), fato este atribuído ao sabor ácido, por parte dos provadores. Por outro lado, T2 foi o preferido, porém, não diferindo significativamente de T3 ( $p > 0,05$ ). A adição de inulina ao queijo fresco cremoso produzido com a suplementação de uma cepa potencialmente probiótica de *Lactobacillus paracasei* resultou em um produto com características adequadas e com propriedades funcionais agregadas.*

### Unitermos

- *Lactobacillus paracasei*
- Inulina
- Queijo fresco cremoso/ textura instrumental
- Queijo fresco cremoso/ avaliação sensorial

### \*Correspondência:

S.M.I Saad  
Depto. de Tecnologia Bioquímico-  
Farmacêutica  
Faculdade de Ciências Farmacêuticas  
- USP  
Av. Prof. Lineu Prestes, 580  
05508-900 - São Paulo - SP, Brasil  
E-mail: susaad@usp.br

## INTRODUÇÃO

Atualmente, considera-se que a alimentação é o principal fator que contribui para um estilo de vida saudável, podendo reduzir, consideravelmente, os riscos de doenças e promover a saúde (Betoret *et al.*, 2003; Arvanitoyannis, Houwelingen-Koukaliaroglou, 2005). Paralelamente, os consumidores procuram por alimentos que sejam, ao mesmo tempo, saudáveis, nutritivos e saborosos (Thamer, Penna, 2005).

Todos esses fatos têm colaborado para a criação de um mercado lucrativo para uma série de novos produtos enriquecidos com componentes fisiologicamente ativos, como os probióticos e prebióticos, uma das prioridades de pesquisa da indústria de alimentos (Janer *et al.*, 2004; Arvanitoyannis, Houwelingen-Koukaliaroglou, 2005; Saad, 2006).

A definição mais recente considera os probióticos como microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, afetam positivamente a saúde do

hospedeiro (FAO/WHO, 2001; Sanders 2003). As cepas de *Lactobacillus casei/paracasei* têm sido amplamente estudadas com relação a suas propriedades promotoras à saúde, sendo freqüentemente empregadas como probióticos em alimentos industrializados (Stiles, Holzapfel, 1997; Felis *et al.*, 2001; Itsaranuwat *et al.*, 2003; Médici *et al.*, 2004; Vásquez *et al.*, 2005).

Por sua vez, os prebióticos são definidos como ingredientes alimentares não digeríveis que estimulam seletivamente a multiplicação e/ou atividade de uma ou mais espécies de bactérias no cólon e, dessa forma, afetam benéficamente o hospedeiro (Haarman, Knol, 2005). A inulina e os oligossacarídeos, especialmente os fruto-oligossacarídeos (FOS) como a oligofrutose, têm sido os prebióticos mais investigados (Fooks *et al.*, 1999; Gilliland, 2001; Roberfroid, 2005). Prebióticos podem ser combinados com probióticos para a produção de um alimento simbiótico (Hamilton-Miller, 2004).

A possibilidade de se desenvolver uma tecnologia que envolva a adição de culturas probióticas para a obtenção de um produto alimentício funcional com uma textura apropriada e boas perspectivas de aceitação pelos consumidores é bastante promissora (Faria *et al.*, 2006; Maruyama *et al.*, 2006). O queijo fresco cremoso é um alimento versátil, obtido a partir da homogeneização de uma massa de queijo fresco juntamente com hidrocolóides e sal, permitindo, ainda, a adição de outros ingredientes, incluindo as fibras prebióticas como a inulina. Complementarmente, a tecnologia de fabricação de queijos frescos, incluindo o queijo fresco cremoso, apresenta-se adequada para a incorporação de bactérias probióticas, por ser um queijo não maturado, com armazenamento em temperaturas de refrigeração por um período de tempo reduzido (Heller *et al.*, 2003). Todos esses aspectos são favoráveis para a elaboração de um queijo fresco-cremoso que apresente efeito simbiótico decorrente da incorporação simultânea de *Lactobacillus paracasei* e inulina.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência da suplementação de queijo fresco cremoso com a cultura potencialmente probiótica de *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei*, com ou sem a adição de inulina, sobre o perfil de textura instrumental durante 21 dias de armazenamento a  $4\pm 1^\circ\text{C}$  e sobre as suas características sensoriais.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Fabricação do queijo fresco cremoso

Três tecnologias de elaboração de queijo fresco cremoso foram testadas, denominadas T1, T2 e T3, todas

fabricadas utilizando-se *Streptococcus thermophilus* (TA 040, Danisco, Dangé, França) como cultura *starter* para a fabricação da massa-base de queijo fresco. Os queijos frescos cremosos T1 e T2 continham a cultura potencialmente probiótica de *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* (LBC 82, Danisco) sozinha ou juntamente com a fibra prebiótica inulina (Raftiline® HP-Gel, Orafiti, Oreya, Bélgica), respectivamente. Os queijos T3 (controle) foram somente suplementados com *Streptococcus thermophilus*. Todos os queijos foram produzidos em quintuplicata.

As massas-base de queijo fresco foram preparadas, utilizando-se 10 L de leite tipo A semi-desnatado, pasteurizado e homogeneizado, da marca comercial Xandô (Fazenda Colorado, Araras, Brasil), para cada queijo. As culturas foram adicionadas após aquecimento do leite a  $42-43^\circ\text{C}$ . Ambas as culturas utilizadas são culturas comerciais liofilizadas do tipo DVS (*direct vat set*) para a inoculação direta ao leite durante a elaboração do produto lácteo. Sua adição foi feita na proporção de 30 mg/L, a fim de se obter  $10 \log \text{UFC/L}$  (cultura *starter*) e de 10 mg/L, a fim de se obter  $9 \log \text{UFC/L}$  (cultura probiótica). O cloreto de cálcio (0,25 g/L) foi adicionado simultaneamente à adição de culturas e o leite foi mantido a  $42^\circ\text{C}$ . O coalho comercial em pó Ha-la (Christian Hansen, Valinhos, Brasil), contendo 88-92% pepsina bovina + 8-12,5% quimosina bovina, foi adicionado (50 mg/L) quando o leite atingiu o pH 6,4-6,3. Após a coagulação, a massa foi cuidadosamente cortada em cubos, transferida para sacos de pano alvejado esterilizados e dessorada em estufa a  $15^\circ\text{C}$ , por 6 horas. Parte do soro obtido da fabricação dos queijos T2 foi acondicionada em frasco estéril com tampa e imediatamente refrigerada a  $4\pm 1^\circ\text{C}$ , para subsequente dissolução da inulina. Após a dessorada, a massa de queijo foi cortada e acondicionada em béqueres estéreis, coberta com filme de PVC e incubada em estufa a  $13^\circ\text{C}$  durante a noite, de modo a possibilitar uma acidificação dessa massa-base a valores de pH igual ou inferiores a 5. No dia seguinte, os béqueres contendo a massa-base de queijo fresco foram armazenados sob refrigeração a  $4\pm 1^\circ\text{C}$ , até a etapa de homogeneização. Tendo em vista a adição de inulina dissolvida em soro apenas ao queijo T2, diferentes proporções de massa-base de queijo fresco foram utilizadas na produção dos queijos frescos cremosos, sendo 98,7% para os queijos T1 e T3, e 74,7% para o queijo T2. Os três tratamentos de queijo fresco cremoso (T1, T2, e T3) foram preparados com a adição de sal (NaCl; 0,8% do produto final) e de goma xantana (Rhodigel 80, Rhodia, Melle, France, 0,5% do produto final) ao queijo fresco cremoso. Para os queijos T2, a inulina Raftiline® HP-Gel foi previamente dissolvida em soro aquecido a  $55-60^\circ\text{C}$ , na proporção de uma parte de inulina para duas partes de soro (1:2),

para obter 24% do total de ingredientes deste tratamento, e imediatamente incorporada à massa-base de queijo fresco através de homogeneização, durante a qual um creme liso e homogêneo foi formado.

Após a homogeneização, o produto final foi acondicionado em potes individuais, contendo 40 g de queijo cada, para a determinação do perfil de textura, ocupando um volume médio de  $2,0 \times 2,5^2 \times \pi \text{ cm}^3$  em cada pote, selados com tampa metálica, imediatamente resfriados e armazenados a  $4 \pm 1^\circ\text{C}$  por até 21 dias. Para a avaliação sensorial, foram armazenados 30 g de queijo nos potes.

### **Análise de textura instrumental e determinação do teor de gordura**

As determinações dos parâmetros de textura das amostras foram realizadas no dia seguinte à fabricação (1 dia) e após 7, 14 e 21 dias. O perfil de textura dos queijos T1, T2 e T3 foi determinado através de teste de dupla compressão de amostras com peso constante, contidas nas embalagens plásticas (4 a 6 amostras de cada queijo em cada período de análise), utilizando cilindro de alumínio de 25 mm de diâmetro (P25), em analisador de textura TA-XT2 (Stable Micro Systems, Haslemere, Reino Unido). Os dados foram coletados através do programa “Texture Expert for Windows” – versão 1.20 (Stable Micro Systems). Foram analisados os atributos primários firmeza, coesividade, adesividade e elasticidade e o atributo secundário gomosidade. Foram empregados os seguintes parâmetros: amostras de queijo fresco cremoso com altura de 2 cm, diâmetro de 5 cm, temperatura de  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ , distância de 10 mm e velocidade de compressão de 1 mm/s. O perfil de textura foi acompanhado nos cinco ensaios dos queijos T1, T2 e T3.

Os queijos T1, T2 e T3, após 1 dia de armazenamento, foram dessecados e analisados quanto ao teor de gordura, através da extração de lipídios com éter etílico, em Soxhlet (Instituto Adolfo Lutz, 1985).

### **Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, utilizando-se um esquema fatorial  $3 \times 4$ , constituído de 3 tipos de combinações – com a presença da cultura de *Lactobacillus paracasei* e ausência de inulina (probiótico); com a presença da cultura de *Lactobacillus paracasei* e de inulina (simbiótico); com a ausência de *Lactobacillus paracasei* e de inulina (controle) – adicionados durante a produção dos queijos e de 4 tempos de armazenamento (1, 7, 14 e 21 dias), com 5 repetições (Barros Neto *et al.*, 2003). Os resultados de firmeza, coesividade, adesividade, elasticidade e gomosidade dos

diferentes experimentos foram submetidos à análise de variância, empregando-se o modelo misto “split-plot” (Neter *et al.*, 1996; Soler, Yamaguchi, 2004).

### **Avaliação sensorial**

A avaliação sensorial deste trabalho foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP. A avaliação sensorial dos queijos foi realizada 7 dias após a sua fabricação, tendo em vista o tempo necessário para o equilíbrio dos componentes bioquímicos do queijo que interferem no seu sabor. A análise foi conduzida segundo o delineamento de ordenação em blocos casualizados com 44 provadores não treinados, empregando-se o teste de preferência, com notas que variaram de 1 (“amostra preferida”) a 3 (“amostra menos preferida”). Com a finalidade de se obter maiores informações sobre as características sensoriais de cada queijo, os provadores foram instruídos a relatar os atributos sensoriais que contribuíram para a escolha das amostras “preferida” e “menos preferida”. Os dados foram analisados estatisticamente por meio de teste não paramétrico de Friedman, seguido de comparação múltipla e do coeficiente de concordância de Kendall (Lawless, Heymann, 1999).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Tabela 1 são apresentadas as médias obtidas para os parâmetros firmeza, coesividade, adesividade (em módulo), elasticidade e gomosidade dos queijos T1, T2 e T3. Os queijos T1, T2 e T3 apresentaram comportamento similar quanto à firmeza, coesividade, adesividade, elasticidade e gomosidade, não diferindo significativamente entre si ( $p > 0,05$ ) durante os 21 dias de armazenamento. Dessa forma, o emprego de *Lactobacillus paracasei* nos queijos T1 e T2 e de inulina no queijo T2 não alterou o perfil global de textura desses queijos ao longo do armazenamento, quando comparado ao controle T3. De modo semelhante ao observado no presente trabalho, Robinson (1995) não observou impacto geral na textura de iogurte com o emprego de inulina nas concentrações de 1%, 5% e 10% em comparação ao iogurte controle, uma vez que os valores de força de penetração e de viscosidade entre o iogurte controle e as amostras com inulina foram muito próximos.

Os queijos T1, T2 e T3 apresentaram aumentos significativos ( $p < 0,05$ ) da firmeza nas duas primeiras semanas de armazenamento, permanecendo estáveis, sem variação significativa ( $p > 0,05$ ) entre o 14º e o 21º dia (Tabela 1). Os valores de coesividade dos queijos T1, T2 e T3 apresentaram-se bastante próximos no 1º dia de armazenamento, e com uma pequena, porém significati-

va, diminuição aos 14 dias de armazenamento ( $p < 0,05$ ). A adesividade dos queijos T1, T2 e T3, expressa em módulo, aumentou significativamente nas duas primeiras semanas de armazenamento ( $p < 0,05$ ). Para todos os queijos, o aumento da adesividade foi maior entre o 1º e o 7º dia de armazenamento (tabela 1). Houve um discreto aumento da elasticidade dos queijos T1, T2 e T3 entre o 1º e o 21º dia de armazenamento (Tabela 1), sendo esta variação significativa apenas na última semana de amostragem ( $p < 0,05$ ).

Uma vez que os valores de coesividade dos queijos T1, T2 e T3 foram bastante próximos, com alteração muito pequena durante o armazenamento (mantendo-se ao redor de 0,5 para os três tratamentos), os valores obtidos para gomosidade foram praticamente a metade dos valores obtidos para firmeza durante o mesmo período. Houve um aumento significativo da gomosidade entre 1 e 7 dias de armazenamento ( $p < 0,05$ ) e um novo aumento significativo aos 21 dias ( $p < 0,05$ ) em comparação às duas primeiras semanas de amostragem (Tabela 1).

No presente trabalho, esperava-se que a adição de inulina no queijo T2 pudesse produzir uma maior variação nos parâmetros de textura instrumental, particularmente na firmeza, uma vez que, de acordo com Murphy (2001), já foi comprovado que a inulina é capaz de atuar como modificador de textura em produtos alimentícios. Segundo o mesmo autor, a funcionalidade tecnológica da inulina está

baseada no seu efeito em soluções aquosas com vários teores de sólidos; em baixas concentrações, a inulina causa um significativo aumento da viscosidade e pode ser utilizada como um modificador reológico, enquanto que em concentrações de 40-45% forma-se um gel de inulina. Esse gel formado é firme, mas confere ao produto a mesma sensação cremosa oferecida pelos lipídios.

Outros trabalhos reforçam a interferência da inulina em alguns parâmetros de textura de diferentes produtos alimentícios. Mendoza *et al.* (2001) verificaram que a adição de inulina em lingüiça seca fermentada com baixo teor de gordura proporcionou uma melhoria da textura do produto, que apresentou redução da firmeza, porém com elasticidade e adesividade similares às de lingüiças convencionais. Wang *et al.* (2002) verificaram que a adição de inulina na fabricação de pães aumentou a firmeza do miolo, porém não interferiu na coesividade e elasticidade da massa.

O emprego de métodos instrumentais para a avaliação da textura vem sendo amplamente estudado, principalmente devido à facilidade e simplicidade de padronização em relação à utilização de painéis sensoriais treinados (Rosenthal, 1999; Fox *et al.*, 2000; Szczesniak, 2002). Entretanto, é importante ressaltar que a impressão sensorial do consumidor é fundamental para a escolha de um produto alimentício, pois há outros parâmetros sensoriais, como o sabor, o aroma e a aparência, que também podem contribuir para essa escolha.

**TABELA I** - Perfil médio de textura<sup>1</sup> dos queijos T1 (probiótico), T2 (simbiótico) e T3 (controle) após 1, 7, 14 e 21 dias de armazenamento sob refrigeração a  $4 \pm 1^\circ\text{C}$

Queijo	Tempo (Dias)	Firmeza (N)	Coesividade	Adesividade <sup>2</sup> (N s)	Elasticidade	Gomosidade (N)
T1	1	5,16 <sup>Aa</sup>	0,546 <sup>Aa</sup>	13,78 <sup>Aa</sup>	0,855 <sup>Aa</sup>	2,90 <sup>Aa</sup>
	7	7,95 <sup>Ab</sup>	0,501 <sup>Aab</sup>	18,91 <sup>Ab</sup>	0,861 <sup>Aa</sup>	3,98 <sup>Ab</sup>
	14	9,75 <sup>Ac</sup>	0,499 <sup>Ab</sup>	23,25 <sup>Ac</sup>	0,879 <sup>Aa</sup>	4,88 <sup>Abc</sup>
	21	10,23 <sup>Ac</sup>	0,487 <sup>Ab</sup>	22,32 <sup>Ac</sup>	0,897 <sup>Ab</sup>	4,94 <sup>Ac</sup>
T2	1	3,00 <sup>Aa</sup>	0,547 <sup>Aa</sup>	10,23 <sup>Aa</sup>	0,899 <sup>Aa</sup>	1,68 <sup>Aa</sup>
	7	5,27 <sup>Ab</sup>	0,547 <sup>Aab</sup>	19,41 <sup>Ab</sup>	0,892 <sup>Aa</sup>	3,24 <sup>Ab</sup>
	14	5,78 <sup>Ac</sup>	0,530 <sup>Ab</sup>	20,98 <sup>Ac</sup>	0,904 <sup>Aa</sup>	3,11 <sup>Abc</sup>
	21	5,62 <sup>Ac</sup>	0,523 <sup>Ab</sup>	21,16 <sup>Ac</sup>	0,904 <sup>Ab</sup>	2,98 <sup>Ac</sup>
T3	1	4,90 <sup>Aa</sup>	0,525 <sup>Aa</sup>	9,58 <sup>Aa</sup>	0,856 <sup>Aa</sup>	2,64 <sup>Aa</sup>
	7	7,14 <sup>Ab</sup>	0,481 <sup>Aab</sup>	13,03 <sup>Ab</sup>	0,882 <sup>Aa</sup>	3,55 <sup>Ab</sup>
	14	8,94 <sup>Ac</sup>	0,462 <sup>Ab</sup>	14,62 <sup>Ac</sup>	0,868 <sup>Aa</sup>	4,03 <sup>Abc</sup>
	21	9,37 <sup>Ac</sup>	0,470 <sup>Ab</sup>	15,54 <sup>Ac</sup>	0,896 <sup>Ab</sup>	4,31 <sup>Ac</sup>

<sup>1</sup> Médias de 5 ensaios (4 a 6 amostras de cada queijo por período de análise); <sup>2</sup> Valores em módulo; <sup>A,B</sup> sobrescritas maiúsculas na mesma coluna indicam as diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os diferentes queijos; <sup>a,b,c</sup> sobrescritas minúsculas na mesma coluna, para cada tratamento, indicam as diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os diferentes dias de armazenamento



No presente trabalho, as notas distribuídas aos queijos T1, T2 e T3 de acordo com a preferência dos provadores na análise sensorial e as diferenças significativas obtidas entre os três tratamentos são mostradas na Tabela 2. A análise sensorial indicou que o queijo probiótico T1 apresentou a menor preferência pelos provadores (4 notas 1; 23 notas 3) e diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) dos queijos simbiótico T2 e controle T3. A maior preferência foi obtida pelos queijos T2 (21 notas 1; 6 notas 3), seguida de T3 (19 notas 1; 15 notas 3), porém tal diferença não foi significativa ( $p > 0,05$ ).

Os provadores indicaram os atributos sensoriais que contribuíram para a escolha das amostras preferida e me-

**TABELA II** - Distribuição das notas de acordo com a preferência dos provadores (n=44) na análise sensorial dos queijos T1 (probiótico), T2 (simbiótico) e T3 (controle)

Queijos	Notas*			Somadas das ordens**
	1	2	3	
T1	4	17	23	106 <sup>a</sup>
T2	21	17	6	74 <sup>b</sup>
T3	19	10	15	84 <sup>b</sup>

\* 1 = preferido, 2 = intermediário, 3 = menos preferido;

\*\* Soma das ordens de cada amostra =  $(1 \times n^\circ \text{ de notas } 1) + (2 \times n^\circ \text{ de notas } 2) + (3 \times n^\circ \text{ de notas } 3)$ ; a, b – letras minúsculas sobrescritas indicam as diferenças significativas apresentadas entre os queijos ( $p < 0,05$ )

**TABELA III** - Atributos sensoriais citados como determinantes para a preferência dos queijos T1 (probiótico), T2 (simbiótico) e T3 (controle) na opinião dos provadores (n=44)

Queijos	Provadores <sup>1</sup>	Atributos citados				Total
		Sabor	Textura	Aroma	Aparência	
T1	4	4	0	0	0	4
T2	21	17	16	2	1	36
T3	19	17	6	1	0	24

<sup>1</sup> total de provadores que selecionaram aquele queijo como sendo o seu “preferido” (nota 1)

**TABELA IV** - Atributos sensoriais citados como determinantes para a menor preferência dos queijos T1 (probiótico), T2 (simbiótico) e T3 (controle) na opinião dos provadores (n=44)

Queijos	Provadores <sup>1</sup>	Atributos citados				Total
		Sabor	Textura	Aroma	Aparência	
T1	23	21	5	1	2	29
T2	6	3	2	0	0	5
T3	15	13	1	1	0	15

<sup>1</sup> total de provadores que indicaram aquele queijo como sendo o “menos preferido” (nota 3)

nos preferida. Tais indicações compreendiam os atributos sabor, textura, aroma e/ou aparência. Em alguns casos um único provador mencionou dois ou mais atributos para aquelas amostras e, dessa forma, o número de citações obtidas foi superior ao número de provadores que preferiram ou não a amostra. Tais informações são apresentadas nas Tabelas 3 e 4.

Os 23 provadores que apontaram T1 como a amostra “menos preferida” forneceram um total de 29 citações, das quais 72,4% (n = 21) foram relacionadas ao sabor do queijo, que segundo esses provadores apresentava-se bastante ácido (Tabela 4). A textura apareceu em 17,2% (n = 5) das citações relacionadas à menor preferência pelos queijos T1 e a aparência e o aroma em, respectivamente, 6,9% (n = 2) e 3,4% (n = 1) das citações (Tabela 4). Os 4 provadores que preferiram os queijos T1 citaram que o atributo sabor contribuiu para a escolha por se destacar dos demais queijos, não mencionando qualquer outro atributo (Tabela 3).

Foram obtidas 36 citações de atributos pelos 21 provadores que indicaram a preferência pelos queijos T2, sendo que 47,2% (n = 17) das citações foram relacionadas ao sabor e 44,4% (n = 16) à textura (Tabela 3). De acordo com os relatos obtidos desses provadores, os queijos T2 apresentaram sabor mais suave, maior cremosidade, espalhabilidade e melhor consistência, quando comparados aos queijos T1 e T3. A aparência e o aroma apareceram, respectivamente, em apenas 5,6% (n = 2) e 2,8% (n = 1) das citações referentes à preferência pelos queijos T2 (Ta-

bela 3). Somente cinco dos seis provadores que apontaram “a menor preferência” pelos queijos T2 relataram os atributos que contribuíram para essa escolha, sendo 3 citações para o sabor e 2 citações para a textura (Tabela 4).

A preferência pelos queijos T3 também foi justificada pelo sabor que apareceu em 71% (n = 17) de 24 citações obtidas (Tabela 3). Para a maior parte desses provadores, os queijos T3 apresentaram sabor mais suave, menos ácido e mais “característico de queijo” em relação a T1 e T2. A textura apareceu em 25% (n = 6) das citações relacionadas à preferência pelos queijos T3 e o aroma em apenas 4% (n = 1) (Tabela 3). Por outro lado, o sabor também contribuiu para a menor preferência pelos queijos T3 de acordo com 13 provadores (88% de 14 citações), seguido pela textura e aroma, ambos os atributos com apenas 1 citação (Tabela 4).

O sabor exerce no consumidor a principal influência para a escolha de um alimento (Drewnowski, 1997). No presente trabalho, o atributo sabor teve maior importância, tanto na escolha das amostras “preferidas” como das “menos preferidas” pelos participantes da análise sensorial. A textura do queijo é outra característica importante para a aceitação do consumidor (Everard *et al.*, 2006). Os provadores (n = 16) indicaram uma redução da firmeza dos queijos T2 contendo inulina. Essa redução foi considerada favorável, uma vez que resultou em um queijo mais macio, embora essa diferença não tenha sido significativamente observada nos parâmetros de textura instrumental analisados ( $p > 0,05$ ).

De modo similar ao observado no presente trabalho para os queijos T2, Barros *et al.* (2006) não observaram diferenças significativas entre queijos prato *light* adicionados ou não de *Lactobacillus helveticus* quanto às análises instrumentais de textura. Entretanto uma melhoria significativa nas características de textura do queijo contendo *Lactobacillus helveticus* foi apontada pelo painel sensorial. Segundo os autores, os dados de textura instrumental podem ser diferentes das respostas de textura obtidas sensorialmente pelos consumidores, uma vez que a avaliação sensorial envolve a interação entre o alimento e os tecidos da boca, que também sofrem deformação, enquanto que nas medidas instrumentais, somente o alimento é deformado.

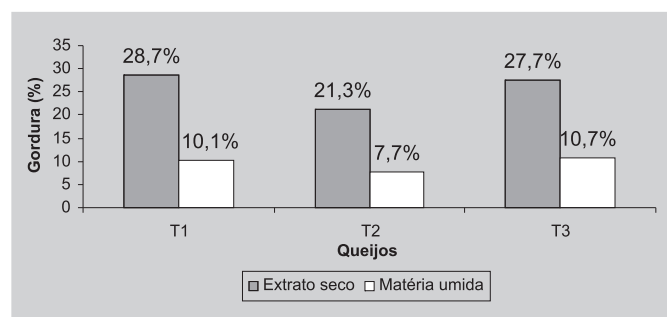
Já com relação ao aroma dos queijos, os principais determinantes para esse atributo seriam o teor de gordura como substrato de variadas reações bioquímicas responsáveis pela formação do aroma, e a composição da microbiota presente nesses produtos (Sbampato *et al.*, 2000; Barros *et al.*, 2006). Os atributos aroma e a aparência pouco contribuíram para a preferência ou não dos queijos estudados neste trabalho. De modo geral, os queijos T2, adicionados de *Lactobacillus paracasei* e inulina, obtiveram o melhor desempenho na análise sensorial.

Os provadores também destacaram que os queijos T1

diferiram dos queijos T2 e T3 por apresentarem sabor mais ácido. No entanto, não foram observadas diferenças significativas entre o pH e a acidez titulável dos queijos probióticos T1 e controle T3; ao contrário, o pH dos queijos simbióticos T2 é que foi significativamente inferior aos dos queijos T1 e T3, decorrente do baixo pH das massas-base utilizadas na fabricação daquele queijo (Buriti *et al.*, 2007). No entanto, a presença de inulina nos queijos T2 não foi o fator que contribuiu para o baixo pH desse queijo, uma vez que este ingrediente foi adicionado em etapa posterior à fabricação das massas-base. Por outro lado, as espécies *Lactobacillus paracasei* (nos queijos T1 e T2) e *Streptococcus thermophilus* (em T1, T2 e T3), podem realmente diferir quanto ao tipo e à proporção de ácidos produzidos (Stiles, Holzappel, 1997; Escalante *et al.*, 1998; Kristo *et al.*, 2003; Buriti *et al.*, 2007). Do mesmo modo, existe a possibilidade de *Lactobacillus paracasei* ter produzido outros tipos de compostos que também influem no sabor do queijo, como peptídeos, cetonas ou aldeídos. O sabor resultante da presença desses componentes, geralmente amargo, pode ter sido interpretado como “ácido” pelos provadores, ocasionando as diferenças significativas entre os queijos T1 e T3 na análise sensorial. Como a análise foi conduzida com um painel constituído por consumidores não treinados, é provável que esses provadores, involuntariamente, substituam expressões no momento caracterizar um determinado atributo. Todos esses compostos que interferem no sabor foram, provavelmente, produzidos pela bactéria probiótica durante a fabricação do queijo na etapa de fermentação, em que o leite foi mantido a 42°C, resultando em um ambiente adequado para um aumento do metabolismo microbiano.

Nos queijos T2, por outro lado, a diminuição do teor de sólidos de origem láctea, particularmente o teor de lipídios, decorrente da adição da inulina, teria minimizado a percepção do sabor de outros compostos possivelmente produzidos por *Lactobacillus paracasei*. Conseqüentemente, o sabor desses queijos tornou-se mais agradável em relação a T1 e comparável ao de T3. Conforme pode ser constatado na Figura 1, os teores médios de lipídios no extrato seco e na matéria úmida dos queijos T2 foram menores em relação aos queijos T1 e T3. Segundo Devereux *et al.* (2003), existe uma diminuição da percepção do sabor em alimentos com menor teor de gordura, quando comparados aos seus similares sem a redução do teor lipídico. Tal fato ocorre devido à ausência de alguns compostos lipossolúveis que são liberados durante a mastigação e que contribuem para o sabor geral do alimento (Sbampato *et al.*, 2000; Devereux *et al.*, 2003).

Ao contrário do observado no presente trabalho para os queijos T1, a adição de cepas do grupo *Lactobacillus*



**FIGURA 1** - Teores médios de gordura no extrato seco e na matéria úmida obtidos em cinco ensaios dos queijos T1 (probiótico), T2 (simbiótico) e T3 (controle), após 1 dia de armazenamento sob refrigeração a  $4\pm 1^\circ\text{C}$

*casei* / *paracasei* em queijos tem sido correlacionada com melhoria das características sensoriais. Katsiari *et al.* (2002) verificaram que o emprego de *Lactobacillus casei* subsp. *rahamnosus* LBC 80 em complementação à cultura CR-213 (composta de duas cepas de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e uma cepa de *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) produziu alterações sensoriais positivas na textura e no sabor de queijo tipo Kefalograviera com baixo teor de gordura, após 90 e 180 dias de maturação, quando comparado ao queijo controle com teor reduzido de gordura e sem a adição de culturas.

Menéndez *et al.* (2000) também obtiveram a melhoria das características sensoriais de queijos Arzúa-Ulloa, através da redução do sabor amargo em relação ao queijo controle. Os autores utilizaram, individualmente, cinco cepas diferentes de *Lactobacillus* – *Lactobacillus casei* subsp. *casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* subsp. *pseudoplantarum* (duas cepas) e *Lactobacillus casei* (cepa comercial) – conjuntamente à cultura *starter* composta de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* var. *diacetylactis*.

Gardiner *et al.* (1998) e Stanton *et al.* (1998) reportaram que as elevadas populações de *Lactobacillus* em queijos Cheddar não produziram alterações nas características sensoriais, uma vez que apresentaram sabor e textura comparáveis ao queijo controle. Gardiner *et al.* (1998) estudaram queijo Cheddar elaborado com a adição de *Lactobacillus paracasei* em co-cultura com *Lactobacillus salivarius*, enquanto que Stanton *et al.* (1998) estudaram queijo Cheddar com a adição de uma cepa de *Lactobacillus paracasei*.

Em estudo realizado pelo nosso grupo de pesquisa, o emprego de *Lactobacillus paracasei* LBC 82 não produziu alterações sensoriais em queijos Minas frescal produzidos com acidificação direta com ácido láctico ou com acidificação com cultura mesofílica tipo O composta de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis*

subsp. *cremoris*, após 7 dias de armazenamento a  $5^\circ\text{C}$  (Buriti *et al.*, 2005).

## CONCLUSÕES

A adição de *Lactobacillus paracasei* e inulina em queijo fresco cremoso resultou em um perfil de textura comparável ao do queijo controle (sem probiótico e prebiótico). No entanto, o probiótico empregado sozinho modificou o sabor em relação ao queijo controle, refletindo na menor preferência dos provadores por esse queijo. Com a adição complementar de inulina, a alteração sensorial decorrente da adição do probiótico não foi percebida. Portanto, a adição de inulina ao queijo fresco cremoso produzido com a adição de uma cepa potencialmente probiótica de *Lactobacillus paracasei* resultou em um produto com características agradáveis ao consumidor, além de agregar propriedades funcionais.

## ABSTRACT

### Influence of *Lactobacillus paracasei* and inulin on instrumental texture and sensory evaluation of fresh cream cheese

*The influence of the addition of a potential probiotic culture of Lactobacillus paracasei and of the prebiotic fiber inulin on the texture profile and on the sensory evaluation of probiotic and synbiotic fresh cream-cheeses was monitored. Three cheese-making trials were prepared in quintuplicate, all supplemented with a Streptococcus thermophilus starter culture (T1, T2 and T3). L. paracasei subsp. paracasei was added to T1 and T2, and inulin, to T2. The instrumental texture profile was determined after 1, 7, 14 and 21 days of storage of the cheeses. Sensory evaluation was performed after 7 days of storage. The presence of Lactobacillus paracasei in cheeses T1 and T2 and of inulin in cheeses T2 did not alter the texture profile significantly. Cheeses T1 were the least preferred in the sensory evaluation and differed significantly from T2 and T3, due to acidic taste, according to panelists. On the other hand, T2 was the most preferred one, though not significantly different from T3. The addition of the prebiotic ingredient inulin to fresh cream cheese processed with a potentially probiotic Lactobacillus paracasei strain resulted in a product with appropriate features and with aggregated functional properties.*

**UNITERMS:** *Lactobacillus paracasei*. Inulin. Fresh cream-cheese/instrumental texture profile. Fresh cream-cheese/sensory evaluation.

## AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Processos 02/11294-0, 02/14185-8, 03/13748-1 e 04/13597-6) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas e auxílio financeiro, e às empresas Xandô, Danisco, Rhodia, Orafti e Clariant, pelo fornecimento de parte dos recursos materiais utilizados no presente trabalho. As autoras também agradecem à Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Júlia Maria Pavan Soler e ao Afonso Massao Yamaguchi da Universidade de São Paulo - Centro de Estatística Aplicada do Instituto de Matemática e Estatística, pelo suporte técnico na análise estatística.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARVANITOYANNIS, I. S.; VAN HOUWELINGEN-KOUKALIAROGLOU, M. Functional foods: a survey of health claims, pros and cons, and current legislation. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, v.45, p.385-404, 2005.
- BARROS, C. M. V.; CUNHA, C. R.; GALLINA, D. A.; VIOTTO, L. A.; VIOTTO, W. H. Efeito do uso de cultura adjunta (*Lactobacillus helveticus*) na proteólise, propriedades viscoelásticas e aceitação sensorial de queijo prato *light*. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v.26, n.1, p.11-18, 2006.
- BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. *Como fazer experimentos: Pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria*. Campinas: UNICAMP, 2003. 401p.
- BETORET, N.; PUENTE, L.; DÍAZ, M. J.; PAGÁN, M. J.; GARCÍA, M. J.; GRAS, M. L.; MARTÍNEZ-MONZÓ, J.; FITO, P. Development of probiotic-enriched dried fruits by vacuum impregnation. *J. Food Eng.*, v.56, p.273-277, 2003.
- BURITI, F. C. A.; CARDARELLI, H. R.; SAAD, S. M. I. Biopreservation by *Lactobacillus paracasei* in co-culture with *Streptococcus thermophilus* in potentially probiotic and synbiotic fresh cream-cheeses. *J. Food Prot.*, v.70, n.1, p.228-235, 2007.
- BURITI, F. C. A.; ROCHA, J. S.; ASSIS, E. G.; SAAD, S. M. I. Probiotic potential of Minas fresh cheese prepared with the addition of *Lactobacillus paracasei*. *LWT – Food Sci. Technol.*, v.38, n.2, p.173-180, 2005.
- DEVEREUX, H. M.; JONES, G. P.; McCORMACK, L.; HUNTER, W. C. Consumer acceptability of low fat foods containing inulin and oligofructose. *J. Food Sci.*, v.68, n.5, p.1850-1854, 2003.
- DREWNOWSKI, A. Taste preferences and food intake. *Annu. Rev. Nutr.*, v.17, p.237-53, 1997.
- ESCALANTE, A.; WACHER-RODARTE, C.; GARCIA-GARIBAY, M.; FARRÉS, A. Enzymes involved in carbohydrate metabolism and their role on exopolysaccharide production in *Streptococcus thermophilus*. *J. Appl. Microbiol.*, v.84, p.108-114, 1998.
- EVERARD, C. D.; O'CALLAGHAN, D. J.; HOWARD, T. V.; O'DONNELL, C. P.; SHEEHAN, E. M.; DELAHUNTY, C. M. Relationships between sensory and rheological measurements of texture in maturing commercial cheddar cheese over a range of moisture and pH at the point of manufacture. *J. Texture Stud.*, v.37, p.361-382, 2006.
- FAO/WHO. *Evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria*. Córdoba, 2001. 34p. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/probio\_report\_en.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2005. [Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation].
- FARIA, C. P.; BENEDET, H. D.; LE GUERROUE, J. L. Parâmetros de produção de leite de búfala fermentado por *Lactobacillus casei*. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.41, n.3, p.511-516, 2006.
- FELIS, G. E.; DELLAGLIO, F.; MIZZI, L.; TORRIANI, S. Comparative sequence analysis of a *recA* gene fragment brings new evidence for a gänge in the taxonomy of *Lactobacillus casei* group. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, v.51, p.2113-2117, 2001.
- FOOKS, L. J.; FULLER, R.; GIBSON, G. R. Probiotics, probiotics and human gut microbiology. *Int. Dairy J.*, v.9, p.53-61, 1999.
- FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; McSWEENEY, P. L. H. *Fundamentals of cheese science*. Gaithersburg: Aspen, 2000. 587p.



- GARDINER, G.; ROSS, R. P.; COLLINS, J. K.; FITZGERALD, G.; STANTON, C. Development of a probiotic Cheddar cheese containing human derived *Lactobacillus paracasei* strains. *Appl. Environ. Microbiol.*, v.64, p.2192-2199, 1998.
- GILLILAND, S. E. Probiotics and prebiotics. In: MARTH, E. H.; STEELE, J. L. *Applied dairy microbiology*. 2.ed. New York: Marcel Dekker, 2001. p.327-343.
- HAARMAN, M.; KNOL, J. Quantitative real-time PCR Assays to identify and quantify fecal *Bifidobacterium* species in infants receiving a prebiotic infant formula. *Appl. Environ. Microbiol.*, v.71, n.5, p.2318-2324, 2005.
- HAMILTON-MILLER, J. M. T. Probiotics and prebiotics in the elderly. *Postgrad. Med. J.*, v.80, p.447-451, 2004.
- HELLER, K. J.; BOCKELMANN, W.; SCHREZENMEIR, J.; DeVRESE, M. Cheese and its potential as a probiotic food. In: FARNWORTH, E. R., (Ed.). *Handbook of fermented functional foods*. Boca Raton: CRC Press, 2003. p.203-225.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. 3.ed. São Paulo: IAL, 1985. 533p.
- ITSARANUWAT, P.; AL-HADDAD, K. S. H.; ROBINSON, R. K. The potential therapeutic benefits of consuming 'health-promoting' fermented dairy products: a brief update. *Int. J. Dairy Technol.*, v.56, n.4, p.203-210, 2003.
- JANER, C.; PELÁEZ, C.; REQUENA, T. Caseinomacropéptide and whey protein concentrate enhance *Bifidobacterium lactis* growth in milk. *Food Chem.*, v.86, p.263-267, 2004.
- KATSIARI, M. C.; VOUTSINAS, L. P.; KONDYLI, E. Improvement of sensory quality of low-fat Kefalograviera-type cheese with commercial adjunct cultures. *Int. Dairy J.*, v.12, p.757-764, 2002.
- KRISTO, E.; BILIADERIS, C. G.; TZANETAKIS, N. Modelling of rheological, microbiological and acidification properties of a fermented milk product containing a probiotic strain of *Lactobacillus paracasei*. *Int. Dairy J.*, v.13, p.517-528, 2003.
- LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. *Sensory evaluation of foods: principles and practices*. Gaithersburg: Aspen, 1999. 827p.
- MARUYAMA, L. Y.; CARDARELLI, H. R.; BURITI, F. C. A.; SAAD, S. M. I. Textura instrumental de queijo *petit-suisse* potencialmente probiótico: influência de diferentes combinações de gomas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v.26, n.2, p.386-393, 2006.
- MÉDICI, M.; VINDEROLA, C. G.; PERDIGÓN, G. Gut mucosal immunomodulation by probiotic fresh cheese. *Int. Dairy J.*, v.14, p.611-618, 2004.
- MENDOZA, E.; GARCÍA, M. L.; CASAS, C.; SELGAS, M. D. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Sci.*, v.57, p.387-393, 2001.
- MENÉNDEZ, S.; CENTENO, J. A.; GODÍNEZ, R.; RODRÍGUEZ-OTERO, J. L. Effects of *Lactobacillus* strain on the ripening and organoleptic characteristics of Arzúa-Ulloa cheese. *Int. J. Food Microbiol.*, v.59, p.37-46, 2000.
- MURPHY, O. Non-polyol low-digestible carbohydrates: food applications and functional benefits. *Br. J. Nutr.*, v.85, suppl.1, p. S47-S53, 2001.
- NETER, J.; KUTNER, M. H.; NACHTSHEIM, C. J.; WASSERMAN, W. *Applied linear statistical models*. 4.ed. Boston: McGraw-Hill, 1996. p.1010-1194.
- ROBERFROID, M. B. Introducing inulin-type fructans. *J. Nutr.*, v.93, suppl.1, p.S13-S25, 2005.
- ROBINSON, R. K. The potential of inulin as a functional ingredient. *Br. Food J.*, v.97, n.4, p.30-32, 1995.
- ROSENTHAL, A. J. Relation between instrumental and sensory measures of food texture. In: ROSENTHAL, A. J., (Ed.). *Food texture: measurement and perception*. Gaithersburg: Aspen, 1999. p.1-17.
- SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. *Rev. Bras. Ciênc. Farm.*, v.42, n.1, p.1-16, 2006.
- SANDERS, M. E. Overview of functional foods: emphasis on probiotic bacteria. *Int. Dairy J.*, v.8, p.341-347, 1998.

- SBAMPATO, C. G.; ABREU, L. R.; FURTADO, M. M. Queijo gorgonzola fabricado com leite pasteurizado por ejetor de vapor e HTST: Parâmetros físico-químicos e sensoriais. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.35, n.1, p.191-200, 2000.
- SOLER, J. M. P.; YAMAGUCHI, A. M. *Relatório de análise estatística sobre o projeto "Desenvolvimento de queijo fresco simbiótico"*. São Paulo: IME-USP, 2004. 75p. [Relatório 04P22].
- STANTON, C.; GARDINER, G.; LYNCH, P. B.; COLLINS, J. K.; FITZGERALD, G.; ROSS, R. P. Probiotic cheese. *Int. Dairy J.*, v.8, p.491-497, 1998.
- STILES, M. E.; HOLZAPFEL, W. H. Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *Int. J. Food Microbiol.*, v.36, p.1-29, 1997.
- SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. *Food Qual. Prefer.*, v.13, p.215-225, 2002.
- THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. Efeito do teor de soro, açúcar e de frutooligossacarídeos sobre a população de bactérias lácticas probióticas em bebidas fermentadas. *Rev. Bras. Ciênc. Farm.*, v.41, n.3, p.393-400.
- VÁSQUEZ A.; MOLIN G.; PETTERSSON B.; ANTONSSON, M.; AHRNE S. DNA-based classification and sequence heterogeneities in the 16S rRNA genes of *Lactobacillus casei/paracasei* and related species. *Syst. Appl. Microbiol.*, v.28, p.430-441, 2005.
- WANG, J.; ROSELL, C. M.; BENEDITO DE BARBER, C. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chem.*, v.79, n.2, p.221-226, 2002.

Recebido para publicação em 09 de fevereiro de 2007.

Aceito para publicação em 01 de novembro de 2007.