



unopar

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE LEITE E DERIVADOS**

JOYCE VALLE BORGES

**ELABORAÇÃO DE QUEIJO TIPO MINAS FRESCAL
UTILIZANDO LEITE OVINO COM ADIÇÃO DE INULINA
COMO SUBSTITUTO DE GORDURA**

Londrina
2017

Joyce Valle Borges

**ELABORAÇÃO DE QUEIJO TIPO MINAS FRESCAL
UTILIZANDO LEITE OVINO COM ADIÇÃO DE INULINA
COMO SUBSTITUTO DE GORDURA**

Dissertação apresentada à UNOPAR, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados.

Orientadora: Prof^a Dr^a Joice Sifuentes dos Santos

Londrina

2017

Joyce Valle Borges

**ELABORAÇÃO DE QUEIJO TIPO MINAS FRESCAL
UTILIZANDO LEITE OVINO COM ADIÇÃO DE INULINA
COMO SUBSTITUTO DE GORDURA**

Dissertação apresentada à UNOPAR, no Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados, área e concentração em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre conferido pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof^a. Dr^a. Joice Sifuentes dos Santos
(Unopar)

Prof^a. Dr^a. Sandra Garcia
(Universidade Estadual de Londrina)

Prof^a. Dr^a. Giselle A Nobre Costa
(Unopar)

Londrina, 06 de março de 2017.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas do meu convívio que acreditaram e contribuíram, mesmo que indiretamente, para a conclusão deste curso.

Primeiramente quero agradecer a Deus, por ter me dado a oportunidade e forças para a realização de mais um sonho.

Aos meus pais, José Carlos Borges e Isaura Valle Borges, pelo amor incondicional e paciência. Por acreditar, apoiar e respeitar meus sonhos e decisões e nunca deixando que as dificuldades acabassem com eles, sou eternamente grata.

Ao meu marido Fernando Almeida Silva, pela paciência, companheirismo e apoio.

Aos meus amigos, Caroline dos Santos Viana, Carla Manfrinato, Kaio Maciel, Jessica Lopes e Aliny Simionato, pelo apoio, companheirismo nas análises e nas produções.

Aos alunos de iniciação científica Patrícia Harumi Hasegawa, Gabriela Soares Lima e José Augusto de Souza, que colaboraram nas análises

Às professoras Giselle Nobre Costa e Joice Sifuentes dos Santos, pelas orientações, incentivo e correções do projeto e dissertação.

“As grandes coisas são feitas por pessoas que tem grandes ideias e saem pelo mundo para fazer com que seus sonhos se tornem realidades”

Ernest Holmes

BORGES, Joyce Valle, **Elaboração de queijo tipo Minas Frescal utilizando leite ovino, com adição de inulina como substituto de gordura**.2017. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados) - Unidade Piza, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2017.

RESUMO

O leite ovino apresenta maiores teores de gordura, proteínas, minerais, cálcio e vitaminas A e D, quando comparado ao leite de outras espécies. Dentre os derivados do leite, o queijo é considerado um dos alimentos mais nutritivos. A inulina é uma fibra alimentar solúvel, de baixo teor calórico, utilizada como substituto de gordura e açúcar em produtos lácteos, como iogurtes e queijos. Neste trabalho, a inulina foi utilizada visando substituir parcialmente a gordura do leite de ovelha na produção de queijo tipo Minas frescal. Desenvolveu-se os queijos com leite de ovelha, utilizando cultura mista termofílica/mesofílica, coagulante, CaCl_2 e inulina. Foram elaboradas três formulações: Q1, contendo leite parcialmente desnatado com 5% de inulina; Q2 leite parcialmente desnatado, sem adição de inulina e Q3 sem inulina, com leite de ovelha integral. Foram realizadas as análises físico-químicas: pH, acidez, cinzas, proteína, gordura no extrato seco e umidade, além de análises de textura e rendimento. Os resultados foram comparados pela ANOVA e Teste de Tukey à 5% de probabilidade. Nos parâmetros físico-químicos, as formulações Q1 e Q2 não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) comparado ao controle Q3 para teores de acidez, proteína, umidade e rendimento dos queijos (g). Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para pH, gordura e cinzas. Quanto a análise de textura, entre todos os parâmetros analisados, apenas a formulação Q3 apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em relação a formulação Q1 e Q2 na análise de dureza (firmeza). Avaliando a textura, a adição de inulina na concentração de 5%, no queijo semi-desnatado, não apresentou efeitos esperados como substituto de gordura. A formulação semi-desnatada adicionada de inulina (Q1), apresentou uma menor firmeza, devido a gordura enfraquecer a rede tridimensional das proteínas. Os dados obtidos neste trabalho são inovadores, por utilizarem leite de ovelha e inulina na fabricação e caracterização de um queijo tipo Minas Frescal. Porém, avaliação sensorial e intenção de compras podem trazer mais robustez aos dados, bem como fornecer novas perspectivas de um produto diferenciado à um mercado tradicional como o de produtos lácteos.

Palavras-chaves: Derivados lácteos. Fibra Alimentar. Prebióticos.

BORGES, Joyce Valle, **Elaboração de queijo tipo Minas Frescal utilizando leite ovino, com adição de inulina como substituto de gordura**. 2017. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados) - Unidade Piza, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2017.

ABSTRACT

Sheep milk has higher levels of fat, protein, minerals, calcium and vitamins A and D when compared to milk of other species. Among dairy products, cheese is considered one of the most nutritious foods. Inulin is a low-calorie, soluble food fiber used as a substitute for fat and sugar in dairy products such as yogurts and cheeses. In this study, inulin was used to partially replace sheep's milk fat in the Minas Frescal type cheese production. The cheeses were developed with sheep's milk, using mixed thermophilic/mesophilic culture, coagulant, CaCl_2 and inulin. Formulation Q1 contained partially skimmed milk with 5% inulin; Q2 partially skimmed milk, without addition of inulin and Q3 without inulin, with whole sheep's milk. Physicochemical analyzes were performed: pH, acidity, ashes, protein, fat in dry extract and moisture, as well as texture and yield were analyzed. The results were compared by ANOVA and Tukey's test at 5% probability. In the physical-chemical parameters, the formulation Q1 and Q2 did not present a significant difference ($p > 0.05$) compared to the Q3 control for acidity, protein, moisture and yield of the cheeses. There was a significant difference ($p < 0.05$) for pH, fat and ashes. As for texture analysis, only the formulation Q3 (control) presented a significant difference ($p < 0.05$) in relation to the formulation Q1 and Q2 in the analysis of hardness. Evaluating the texture, the addition of 5% inulin in semi-skimmed cheese did not present expected effects as a fat substitute. The semi-skimmed formulation added of inulin (Q1) showed less firmness due to fat weakening of the three-dimensional network of proteins. The data obtained in this work are innovative for using sheep milk and inulin in the manufacture and characterization of a Minas Frescal type cheese. However, sensory evaluation and purchase intention may bring more robustness to the data, as well as provide new perspectives of a product differentiated to the traditional market such as dairy products.

Keywords: Dairy products. Dietary Fiber. Prebiotic.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
2.1 Leite de Ovelha.....	5
2.2 Queijo.....	7
2.2.1 Queijo Minas Frescal.....	10
2.3 Inulina.....	11
3. OBJETIVOS.....	16
REFERÊNCIAS.....	18
4. ARTIGO	27
5. CONCLUSÃO GERAL.....	43
ANEXO	44

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novos produtos e ingredientes está aumentando a cada ano, e vem sendo cada vez mais estudado pelas indústrias para o mercado alimentício, tendo como objetivo minimizar os problemas de saúde, favorecendo uma vida mais saudável (MOIRA, 2003).

O leite de ovelha é considerado uma excelente fonte nutricional, por conter altos níveis de proteínas, ferro, cálcio e vitaminas A, B e C. Devido aos glóbulos de gorduras serem menores, quando comparados ao leite bovino, apresenta facilidade de digestão, além de um ótimo equilíbrio entre os componentes proteicos, lipídicos e carboidratos (CAMPOS, 2011).

Prebióticos como a inulina vem sendo estudados como substitutos de gordura e açúcares, com objetivo de reduzir o teor calórico. Este carboidrato não é digerido ou absorvido no intestino delgado, mas pode ser fermentado no cólon por bifidobactérias e lactobacilos (ROBERFROID, 2007).

A produção de queijo depende da quantidade de proteínas presentes no leite, ou seja, quanto maior a quantidade de proteína bruta no leite, maior transformação tecnológica do leite em derivados. Já o teor de gordura presente no leite contribui na velocidade de formação, firmeza e no rendimento da coalhada (PIRISI et al., 2007; RAYNAL-LJUTOVAC et al., 2008).

O queijo Minas Frescal é considerado um dos produtos lácteos que tem se destacado nas indústrias de laticínios devido ao seu elevado rendimento e facilidade em seu processo de produção (ANDREATTA et al., 2009).

Portanto, esse trabalho teve como objetivo desenvolver um queijo tipo Minas Frescal, elaborado com leite de ovelha, utilizando inulina como substituto de gordura, avaliando suas características e buscando um produto com características benéficas à saúde humana.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Leite de ovelha

Não se sabe ao certo quando os ovinos (*Ovis aries*) foram inicialmente utilizados para a produção de alimentos. Há relatos no Antigo Testamento sobre o acompanhamento das ovelhas pelo homem, tanto nas ordenhas quanto na produção de queijos (ASSENAT, 1991).

A ovinocultura vem sendo explorada no Brasil em diferentes condições climáticas e com diferentes propósitos. É possível encontrar ovelhas nas regiões mais áridas, como também nas regiões de clima frio, investigando a associação de adaptação dos animais aonde serão criados, nas produções de lã, carne ou leite (BRITO, 2004; MACMANUS et al., 2010)

Os primeiros ovinos com aptidão leiteira no Brasil, foram importados da França para o Rio Grande do Sul, no município de Viamão. A Lacaune foi a primeira raça de ovelhas no país. Atualmente estão bem adaptadas no sul do Brasil devido às condições climáticas e de alimentação, podendo uma fêmea produzir 4,5 litros de leite/dia no pico da lactação. O leite ovino difere das demais espécies, especialmente pelos elevados teores sólidos, sendo raramente consumido *in natura*, mas utilizado principalmente na produção de queijos e iogurtes (ASSENAT, 1991; RAMOS; JUAREZ, 2011).

Segundo o levantamento realizado pela Associação Brasileira de Criadores de Ovinos de Leite (ABCOL) e da Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO), no Brasil há 18 propriedades que produzem leite ovino, sendo onze no Sul, seis no Sudeste e uma no Distrito Federal (SANTOS, NUNES e GARNEIRO, 2016).

A produção de leite ovino no Brasil está em torno de 509.000 litros por ano (ROHENKOHL et al., 2011). O consumo de leite e seus derivados está tornando um mercado progressivo no mundo, por apresentar características de sabor mais adocicado e aroma apropriado quando comparado com leite de vaca e de cabra (MENDONÇA; CARVALHO; MELO, 2010).

A qualidade do leite de ovelha depende da raça e do genótipo. Alguns exemplos de raças especializadas, como a raça Awassi, são capazes de produzir mais leite que carne ou lã, podendo produzir cerca de 1000 litros de leite em 200 dias, enquanto a raça Poll Dorset mais especializada para a carne tem produção de 100 a 150 litros por

lactação em média de 120 dias (BENCINI, 2001).

De acordo com a Tabela 1, pode-se observar as diferentes composições dos leites de ovelha, cabra e vaca. Destacando as principais características: teor de sólidos totais, gordura, proteína total, proteínas do soro, caseína, lactose, cinzas, cálcio e fósforo.

Tabela 1- Comparação entre os constituintes do leites de ovelha, cabra e vaca.

Constituintes	Ovelha	Cabra	Vaca
Sólidos totais (%)	19,3	12,3	12,7
Gordura (%)	7,4	4,5	3,7
Proteína total (%)	4,5	2,9	3,4
Proteínas do soro (%)	0,9-1,1	0,4-1,0	0,3-0,8
Caseína (%)	4,3-4,6	2,5-3,3	2,5-3,6
Lactose (%)	4,8	4,1	4,8
Cinzas (%)	1,0	0,8	0,7
Cálcio (mg/L)	193	134	119
Fósforo (mg/100g)	158	111	93

Fonte: Adaptada de FOX e MCSWEENEY (1998); BERGER (2005).

O leite de ovelha é considerado de alta qualidade, sendo caracterizado por baixa atividade alergênica. Muitos países, tais como EUA, Brasil e China, têm mostrado interesse no consumo de queijo produzido com leite de ovelha (MUGHETTI et al., 2012; NUDDA et al., 2014).

O leite ovino apresenta maiores teores de gordura (7,4%), proteínas (4,5%) e sólidos totais (19,3%) em relação aos leites de cabra e vaca. A principal proteína do leite é a caseína, que está presente em várias isoformas, todas com um elevado teor de prolina, sendo encontradas em complexos com cálcio e fósforo, apresentando também β -lactoglobulina e α -lactoalbumina, com traços de imunoglobulinas. O conteúdo de proteína e composição do leite são fatores de grande importância para a produção de queijos devido ao rendimento e a qualidade do produto final (FOX et al., 2000; TREACHER; CAJA, 2002).

O consumo de leite de ovelha e seus derivados é uma importante fonte nutricional, porém não encontra na literatura brasileira estudos relacionados a dados sobre índices zootécnicos ou sobre informações interligado ao seu sistema agroindustrial com a ovinocultura leiteira. Não há informações atualizadas específicas no IBGE ou na base FAOSTAT sobre ovinos de leite, quantidade de cabeças no Brasil

e de produção leiteira e de seus derivados. Essa falta de informação e atualização dificulta novos investimentos dentro da pesquisa em relação a produção e comercialização de seus produtos (SANTOS, NUNES e GARNEIRO, 2016).

2.2 Queijo

O queijo é considerado um dos alimentos mais nutritivos, sendo constituído de proteínas, carboidratos, lipídios, sais minerais, cálcio, fósforo e vitaminas. Os minerais influenciam a textura do queijo através do processo de coagulação do leite (PERRY, 2004). Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007), o queijo é um produto que se obtém através da separação parcial do soro, onde ocorre uma desidratação da coalhada, de massa fresca ou maturada podendo ser integral, desnatado ou semidesnatado. As principais etapas de transformação do leite em queijos são acidificação, coagulação, dessoramento do grão, enformagem, prensagem, salga e maturação (PAULA et al., 2009).

De acordo com a ABIQ, no ano de 2014 a produção de queijos atingiu 1 milhão e 100 mil toneladas em empresas sob inspeção federal (SIF), representando um aumento de 7% sobre 2013, permanecendo abaixo da média de 9% das pesquisas feitas dos últimos cinco anos. A indústria brasileira de queijos industrializados teve uma média de 11 bilhões de litros de leite processados naquele ano (ABIQ, 2014).

De acordo com Lucey e Fox (1993), as propriedades funcionais e textura estão relacionadas com a quantidade de minerais presentes no queijo, especialmente o cálcio, tendo um papel fundamental na determinação das características. Portanto, para ocorrer a formação do coágulo há três fatores principais, o pH baixo, a concentração do cálcio e a temperatura. A temperatura para a formação do coalho é em torno de 40°C, mas para evitar que a coalhada fique mais dura utiliza-se uma temperatura mais baixa, de 35°C (PERRY, 2004; SPREER, 1991).

Durante o tratamento térmico, o leite perde algumas de suas propriedades coagulantes, cerca de 8 a 30% do cálcio solúvel. Desse modo, para evitar essa perda é adicionado CaCl_2 na proporção de 1,2g/L (PEREDA, 2005).

O cálcio pode estar na formação da estrutura do queijo ou estar na fase aquosa do queijo, associando-se a íons dos fosfatos e citratos, ou na forma de Ca^{+2} conhecido como cálcio livre. Durante a fabricação do queijo, ocorre a desestabilização das

micelas de caseína, havendo a formação de uma rede denominada de coalhada do queijo. A maioria dos queijos são elaborados com adição da enzima renina no leite, como objetivo realizar a coagulação das micelas de caseína (LUCHEY et al., 2003).

Os diversos tipos de queijos baseiam-se em diferentes aspectos, tendo em particularidade o tipo de leite utilizado, a coagulação, consistência da coalhada, teor de gordura e tempos de maturação (CHALITA et al., 2009). Além disso, muitos queijos são obtidos através da adição direta de ácido láctico, com o objetivo de reduzir do pH, devido ao aumento da concentração de íons H^+ , levando-o assim até o ponto isoelétrico das caseínas (4,6) (PERRY, 2004).

De acordo com Luquet (1991), os queijos fabricados com leite de ovelha são produtos de uma tradição antiga, diferenciando do leite de vaca e de cabra em certas características, algumas sendo diretamente observadas e outras com suas particularidades químicas e físicas. Os queijos mais conhecidos fabricados com leite de ovelha são Roquefort, Pecorino Romano, Pecorino Toscano, Feta, Manchego, Bryndza e Ricota (CORREIA e CRUZ, 2006).

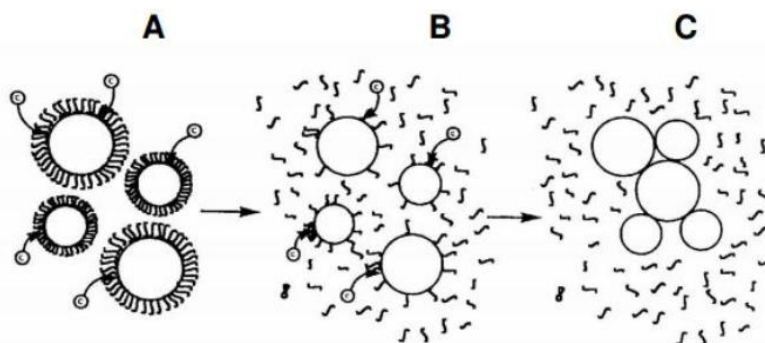
A produção de queijo com leite de ovelha se destaca em relação a outros leites como de cabra e vaca, devido as maiores taxas de proteína bruta, gordura e sólidos totais. Outro componente importante no leite de ovelha é a gordura, capaz de influenciar as características físicas e organolépticas de seus produtos (HADJIPANAYIOTOU, 1995; SOUZA et al., 2005; GUTIÉRREZ, 1991).

O pH do leite varia entre 6,63 e 6,65 de acordo com Gutiérrez (1991), devido à alta taxa de β/α - caseínas do leite, o processo de coagulação é mais rápido. Apresenta maiores concentrações de cálcio e magnésio quando comparado aos leites de cabra e vaca.

As caseínas são essenciais para a fabricação de queijos, com aproximadamente 80% de todo nitrogênio presente no leite. As frações mais importantes são a caseína- αs_1 , αs_2 , β e K. Os aminoácidos presentes no leite são facilmente digeríveis, sendo ricos em vitaminas tais como: tiamina, riboflavina e ácido pantotênico (BEHMER, 1991; DALLAS, 1999; LOURENÇO NETO, 1994).

Na Figura 1, pode-se observar a representação da coagulação enzimática do leite nas micelas de caseína.

Figura 1 - Coagulação enzimática do leite pela renina, representação das micelas de caseínas com a camada de κ -caseína intacta sendo desestabilizada pela enzima (A), micelas de κ -caseína (B), micelas formando uma aglomeração, mediada por cálcio (C).



Fonte: Fox et al., (2000).

O corte da coalhada tem grande importância principalmente na obtenção de grãos de tamanho uniforme. A indústria precisa estabelecer corretamente o grau de firmeza do gel no exato momento do corte, devendo conhecer com exatidão a velocidade que proporcionam para obter um corte eficaz e de forma efetiva do coágulo. Deve-se fazer um repouso de dois a três minutos no máximo, posteriormente a um corte inicial (LOURENÇO NETO, 1994).

A eliminação do soro ou sinérese através de processo bioquímico e físico, após a coagulação enzimática ou láctica do leite. A taxa e extensão da sinérese faz com que ocorra uma perda de proteína e gordura no soro, influenciando também na umidade, acidificação e na proteólise do queijo, sendo de grande importância para a composição e qualidade do produto final (DAVIAU et al., 2000; LOURENÇO NETO, 1994).

Com relação à dessoragem, é necessário conceituar as diferenças da sinérese e os diferentes tipos de coágulos. Os coágulos lácticos são mais porosos, apresentando maior aptidão a sinérese espontânea. Os enzimáticos são menos permeáveis e requererem ser tratados mecanicamente. Já os coágulos mistos demonstram aptidão intermediária em relação ao láctico e ao enzimático (LOURENÇO NETO, 1994).

A salga possui características importantes para melhorar o sabor do queijo. A caseína e a gordura constituem cerca de 90% da matéria seca do queijo, sendo praticamente insípidos em queijos frescos. A adição de sal em queijos faz com que

mascare sabores indesejáveis, regula a multiplicação microbiana, complementa a dessoragem e a formação da casca, interfere no equilíbrio mineral, no poder tampão e contribui com as características sensoriais do produto (HANSEN, 2009; LOURENÇO NETO, 1994).

2.2.1 Queijo Minas Frescal

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2004):

O queijo Minas Frescal é 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 na forma de uma massa coalhada, dessorada, não prensada, salgada e não maturada. Classificado como queijo semigordo, contendo 25 a 44% de gordura no extrato seco e de muita umidade, sendo consumido fresco, de consistência branca e macia, de cor esbranquiçada, e sabor suave a levemente ácido, com ou sem crosta fina, de forma cilíndrica e com peso de 3 a 5 Kg (Instrução Normativa 4 de 2004, que altera a portaria 352/97).

Os queijos moles caracterizam-se devido seu alto teor de água, tendo uma curta maturação ou sem maturação, como exemplo os queijos italianos Crescenza e Itálico, o grego Feta e o brasileiro Minas Frescal. Esses queijos qualificam-se por terem uma massa fechada, uniforme e apresentar sabores e aromas suaves, agradavelmente lácticos (LOURENÇO NETO, 1994).

O queijo Minas Frescal apresenta características como pH elevado, acima de 5,0 e pouca quantidade de sal, contendo 1,4 a 1,6%. Possui alta atividade de água e ausência de conservantes, que favorecem as reações bioquímicas e microbiológicas (BURITI et al., 2005; CARVALHO et al., 2007; NASCIMENTO et al., 2008; SOUZA et al., 2008).

As fabricações tradicionais de queijos de curta maturação ou não maturados têm como importância o uso de leite com baixa acidez, que favorece a obtenção de um coágulo predominantemente enzimático, ou seja, mais hidratado (LOURENÇO NETO, 1994).

O queijo Minas Frescal é complementado ou não com ação de bactérias lácticas específicas, consistindo de *Lactococcus lactis subsp lactis*. e *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, que tem como finalidade produzir ácido láctico através da fermentação da lactose, promovendo uma estabilidade e proteção microbiológica, possibilitando a

atividade do coagulante e fornecendo a separação do soro (BRASIL, 1997; BURITI, ROCHA, 2005; LOURENÇO NETO, 1994).

As embalagens do queijo Minas Frescal devem ser conservadas em temperaturas que não sejam maiores que 8°C, sendo importante verificar a aparência do produto como a cor do queijo, cor do soro e o cheiro. O queijo Minas Frescal em boas condições apresenta cheiro e sabor de leite, sendo ligeiramente ácidos e de textura firme (INMETRO, 2006). O Minas Frescal é um produto tradicionalmente produzido no Brasil com grande aceitação de consumo (ANDREATTA et al., 2009).

O controle da acidez do queijo durante o período de armazenagem é de extrema importância, pois a acidificação é um dos fatores que determinarão sua durabilidade. O desenvolvimento de acidez excessiva contribuirá para as alterações de sabor e de textura que limitam o período da validade deste tipo de produto (VAN DENDER; MASSAGUER-ROIG; CAMPOS, 1999).

2.3. Inulina

Os prebióticos tiveram seu desenvolvimento a partir da descoberta dos fatores *bífidus*, oligossacarídeos que estão presentes no leite humano favorecendo a multiplicação de bifidobactérias em recém-nascidos amamentados. São ingredientes alimentares solúveis, com características de resistência às enzimas salivares, pancreáticas e intestinais, ou seja, carboidratos que não são digeríveis pela amilase e por enzimas hidrolíticas, afetando benéficamente o hospedeiro, estimulando o crescimento e atividade de bactérias que são benéficas ao cólon (HAARMAN; KNOL, 2005; CUMMINGNS, MACFARLANE, 2002; SAAD, 2006; GIBSON; ROBERFROID, 1995; SANTOS et al., 2006).

As fibras mais utilizadas como prebióticos são a inulina e o frutooligossacarídeo (FOS) ou oligofrutose, que ocorre a partir da hidrólise da inulina pela enzima inulase, pertencendo a oligofrutose e a inulina a classe de carboidratos frutanos (oligo ou polissacarídeos de origem vegetal, apresentando uma estrutura ramificada ou linear) (SAAD, 2006).

A inulina foi descoberta em 1804 por Rose (cientista alemã), através de um extrato de *Inula helenium*. Posteriormente, Thomson, em 1818, nomeou-a como inulina, e desde então muitas pesquisas evidenciam os seus efeitos, mas somente em

meados do século XX foi confirmado que suas propriedades eram referentes a resistência à digestão (GIBSON; WILLIS; VAN LOO, 1994).

A extração da inulina de diversas plantas e em diferentes condições climáticas apresenta variações de grau médio de polimerização. Suas propriedades físicas, como viscosidade e capacidade de formação de gel. A inulina foi definida como frutooligossacarídeo, composto por uma mistura de oligômeros com diferentes graus de polimerização (GP), apresentando uma variação entre 2 e 65 (APOLINÁRIO et al., 2014; LOURENZO et al., 1999).

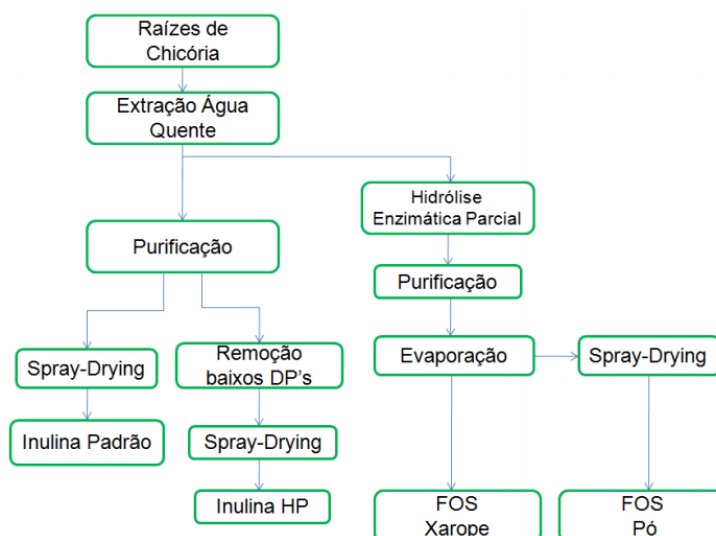
A inulina é considerada uma frutana polidispersa formada por uma mistura de polímeros e oligômeros superiores lineares de frutose, extraída a partir de raízes de chicória ou yacon. As ligações do tipo β (2 \rightarrow 1) formam as unidades de β -D-frutofuranosil, e possuem em cada cadeia linear de frutose uma molécula de glicose, que se une por uma ligação tipo (α 1- β 2) (HAULY, 2002; SANCHES, 2010; ROBERFROID, 2007).

A inulina atua como carboidrato de reserva em muitas plantas, onde ocorre uma hidrólise da inulina endógena em moléculas que apresentam menor grau de polimerização, que permite a sobrevivência das plantas nos períodos de inverno em regiões frias. Ela realiza a osmorregulação da planta através da hidrólise parcial dos açúcares, ocorrendo uma diminuição no grau de polimerização e resultando no aumento da pressão osmótica intracelular (SANCHES, 2010; CARPITA; KAMABUS; HOUSLEY, 1989).

A produção de queijo Minas Frescal com a utilização de inulina como substituto de gordura tem apresentado ótimos resultados tecnológicos e sensoriais (CRISPÍN-ISIDRO et al., 2014; MATIAS et al., 2014). Este resultado é devido ao baixo peso molecular e alta solubilidade deste componente (SILVA et al., 2012).

O procedimento de produção de inulina em pó e de FOS empregado pelas indústrias está representado na Figura 2. Baseia-se na extração da inulina natural de raízes de chicória contendo em torno de 15 a 20% de inulina (extração em água quente), posteriormente por refino, evaporização e secagem por *spray-drying*, onde se apresentará como um pó branco, não contendo sabor e odor, higroscópico e amorfo (APOLINÁRIO et al., 2014; FRANCK, 2002; HAULY; MOSCATTO, 2002).

Figura 2- Fluxograma do processo de obtenção de inulina e FOS (xarope e em pó) comerciais.



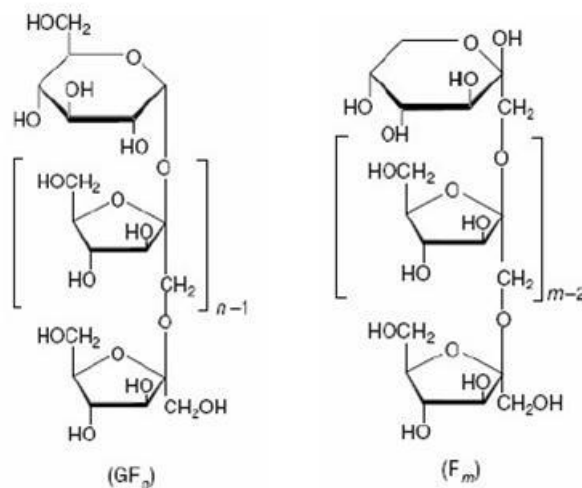
Fonte: Sanches (2010).

O termo genérico utilizado para frutano refere-se a todos os oligo ou polissacarídeos de origem vegetal e também para qualquer carboidrato que possui uma ou mais ligações frutossil-frutose dentre as ligações glicosídicas. Além de todas as suas características, também são utilizados em alimentos para equilibrar a doçura e por mascarar o sabor dos adoçantes (NINESS, 1991; COSTA; ROSA, 2006; SAAD, 2006).

Entretanto, por ser uma fibra solúvel, a fermentação acontece de maneira mais rápida, sendo realizada por bactérias anaeróbicas do cólon. Ocorre a formação de ácido láctico, ácidos graxos de cadeia curta e gases (SAAD, 2006).

Figura 3: Estrutura química da inulina. Molécula terminal de glicose (β -D-glucopiranosil) (A). Molécula terminal de frutose (β -D-fructopiranosil) (B).

(A) (B)



Estrutura química da inulina. Fonte: GIBSON; ROBERFROID (1995).

A inulina não é absorvida ou digerida no intestino delgado pela amilase ou enzimas hidrolíticas, ocorre apenas a fermentação no cólon por bifidobactérias e lactobacilos, como a absorção do cálcio e do magnésio. Suas propriedades funcionais estão associadas aos efeitos benéficos ao sistema gastrointestinal e imunológico (CARABIN e FLAMM, 1999; DENDER, 2008; JENKINS et al., 1999; RAO et al., 1999; SCHNEEMAN, 1999; ROBERFROID, VAN LOO, GIBSON, 1998; CAMIRE et al., 2001).

A inulina apresenta uma menor solubilidade devido as suas cadeias mais longas, formando microcristais quando estão em presença de líquidos, tais como água ou leite, favorecendo a sensação de presença de gordura e as propriedades reológicas e texturais do alimento. A inulina é empregada como substituto de gordura em produtos lácteos, coberturas, sobremesas e recheios, ocorrendo uma estabilidade na água em uma estrutura cremosa (APOLINÁRIO et al., 2014; NEVEN, 2001; MONTAN, 2003; MEYER et al., 2011; MULLER, 2001; SANTOS; GOULART; RAMOS, 2012).

Com a utilização da inulina na indústria de alimentos é devido às suas propriedades, tornando capaz de substituir a gordura e o açúcar, com a principal vantagem de não ocasionar um incremento calórico (COSTA; ROSA, 2006;

NITSCHKE e UMBELINO, 2002; NINNES, 1999; NEVEN, 2001; MONTAN, 2003; MULLER, 2001).

A inulina por ser considerada fibra alimentar, é regulamentada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). A quantidade por produto para o consumo deve ser de no mínimo 3 g de inulina no alimento sólido, não excedendo 30 gramas no produto (BRASIL, 2008).

A inulina é considerada um alimento ou ingrediente, não como aditivo, em diversos países nos quais é utilizada, sendo que a mesma possui em torno de 6-10% de açúcares, sendo elas: glicose, frutose e sacarose. No Brasil a inulina e oligofrutose foi aprovada como ingredientes funcionais, sendo permitida a alegação, tendo como umas das principais características o equilíbrio da flora intestinal (BRASIL,2005; COUSSEMENT,1999; TUNGLAND, 2000).

A gordura do leite tem um papel fundamental no desenvolvimento do sabor, cor e textura dos produtos lácteos, sendo que quando ocorre a redução do conteúdo de gordura podem ocorrer alguns defeitos, como: perda do sabor, consistência ou falta de textura, além disso, tem grande importância nas características como manuseio, aparência e estabilidade dos produtos (BRENNAN; TUDORICA, 2007; GUVEN et al., 2005).

A função dos substitutos de gordura é reduzir o conteúdo de gordura em diversos produtos lácteos como os queijos e sorvetes entre outros. Em 1992 a Orafti patentiou a descoberta do substituto de gordura da inulina, e desde então, muitas pesquisas vêm sendo feitas com inulina, principalmente como substituto de gordura em indústrias lácteas, mostrando efeitos positivos na reologia e estabilidade dos produtos (COUSSEMENTE,1999; EL-NAGAR et al.,2002; FRANCK, 2002; YAZICI, AKGUN,2003).

Para um produto ter aceitação pelo consumidor depende do sabor, ainda que os consumidores optem por alimentos com uma quantidade mínima de gordura, ou por alimentos completamente sem gordura, eles também exigem que os alimentos tenham sabor. A inulina desempenha grande papel, pois contribui para uma melhoria no sabor, principalmente em produtos lácteos com baixo teor de gordura (CASTELLUCCI; SAMPAIO, 2002; KIP et al., 2005).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

- ✓ Desenvolver e caracterizar um queijo tipo Minas Frescal, elaborado com leite de ovelha, utilizando inulina como substituto parcial de gordura.

3.2. Objetivos específicos

- ✓ Produzir e caracterizar queijos tipo Minas Frescal com leite integral, semidesnatado com e sem adição de inulina,
- ✓ Avaliar a textura dos queijos armazenados sob refrigeração.

REFERÊNCIAS

ABIQ. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO**. Disponível em: <<http://leiteederivados.com.br/artigo-a-evolucao-do-mercado-de-queijos-e-suas-zperspectivas/>> Acesso em: 22 junho, 2015.

ANDREATTA, E.; et al. Quality of minas frescal cheese prepared from milk with different somatic cell counts. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 320-326, mar. 2009.

ANJO, F.C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. *J. Vasc Br*; **Functional foods in angiology and vascular surgey**, SC v.3, n.2. jun. 2004.

A.O.A.C. Association Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 18^aed. Gaithersburg, Maryland, 2005.

APOLINÁRIO, A. C.; DAMASCENO, B. P. G. L.; BELTRÃO, N. E. M.; PESSOA, A.; CONVERTID, A.; SILVA, J. A. Inulin-type fructans: A review on different aspects of biochemical and pharmaceutical technology. **Carbohydrate Polymers**, v. 101, n. 3, p. 368- 378, 2014.

ARAUJO, E.; CARVALHO, A.F.; LEANDRO, E.S.; FURTADO, M.M. Production of cottage-like symbiotic cheese and study of probiotic cells survival when exposed to different stress levels. **Pesquisa Agropecuária Tropical**; v. 39, n. 2, p. 111-118, abr./jun. 2009.

ASSENAT, L. Leche de oveja. In: LUQUET, F.M. Leche y productos lacteos: vaca – oveja – cabra. **Spain: ACRIBIA, S.A**, 1991. v. 1, Parte II, p. 275-339.

BEHMER, M.L.A. **Tecnologia do leite**. 15 ed. Ed. Nobel. 1991.

BENCINI, R. Factors affecting the quality of ewe's milk. In: GREAT LAKES DAIRY SHEEP SYMPOSIUM, 7th. Guelph. **Proceedings of the Great Lakes Dairy Sheep Symposium**. Eau Claire: s/ed. 2001. p. 52-82.

BERGER, Y.; THOMAS, D. Early experimental results for growth of Est Friesian crossbred lambs and reproduction and milk production of East Friesian crossbred ewes. In: GREAT LAKES DAIRY SHEEP SYMPOSIUM, 3th. **Proceedings of the Great Lakes Dairy Sheep Symposium**. Madison: s/ed. 1997. P 17-26.

BYNUM, D.; BARBANO, D. Whole milk reverse osmosis retentates for Cheddar cheese manufacture: chemical changes during ageing. **Journal of Dairy Science**, v.68, p. 1-10, 1985.

BRASIL. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Aprova regulamento técnicos de identidade e qualidade dos produtos lácteos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 11 mar. 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 352, de 04 de setembro de 1997. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Queijo Minas Frescal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 set. 1997.

BRASIL. Instituto Normativa nº 4, de 1 de março de 2004. O ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) altera e regulamento técnico de identidade e qualidade do queijo Minas Frescal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 mar. 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 04 de 01/03/2004. Regulamento Técnico para Fixação 43 de Identidade e Qualidade em Queijo Minas Frescal – Alteração na “Classificação”. **Diário Oficial da União**, 2004.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. Alimentos. Comissões e Grupos de trabalho. **Comissão Tecnocientífica de Assessoramento em alimentos funcionais e novos alimentos**. Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos. Disponível em:< <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno.htm>>. Acessado em: 7 mar.2016.

BRASIL. Instrução Normativa nº 22 de fevereiro de 2005. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diário Oficial da União**, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 68 de 12 de dezembro de 2006. Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos, em conformidade com o anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários. **Diário Oficial da União**, p. 8, 14 de dezembro de 2006. Seção 1

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Adota o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 out. 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 6 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2008. 1020 p.

BRENNAN, C.S.; TUDORICA, C.M. Carbohydrate-based fat replacers in the modification of the rheological, texture and sensory quality of yoghurt: comparative study of the utilisation of barley beta-glucan, guar gum and inulin. **International Journal of Food Science and Technology**, v.43, n.5, p.824-833, 2007.

BRITO, M. **Variação dos perfis metabólico, hematológico e lácteo em ovinos na serra gaúcha**. 2004. 59f. Dissertação de mestrado em Ciências Veterinárias na área de Patobiologia animal. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/4378>>. Acesso em: 7 de novembro 2015

BURITI, F. C. A.; ROCHA, J. S.; ASSIS, E. G.; SAAD, S. M. I. Incorporation of *Lactobacillus acidophilus* in Minas fresh cheese and its implications for textural and sensorial properties during storage. **International Dairy Journal**, v. 15, p. 1279- 1288, dez.2005.

BURITI, F.; ROCHA, J.; SAAD, S. Probiotic potential of Minas fresh cheese prepared with the addition of *Lactobacillus paracasei*. **LWT – Food Science and Technology**, v. 38, p. 173-180, mar. 2005.

CAMIRE, M.E.; et al. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**. v.4, n.3 p.112-126, 2001.

CAMPOS, L. de. Aspectos benéficos do leite de ovelha e seus derivados. **Casa da ovelha**. p. 1–12, 2011. Disponível em: <http://www.casadaovelha.com.br/files/pesquisa_tecno_cientifica.pdf>. Acesso em: 20 mar 2015.

CARABIN, I.; FLAMM, W.G. Evaluation of safety of inulin and oligofructose as dietary fiber. **Regul. Toxicol. Pharmacol.** v.30, n.3, p.268-282, dez. 1999.

CARPITA, N.; KAMABUS, J.; HOUSLEY, T. Linkage structure of fructans and fructan oligomers from *Triticum astivum* and *Fistuca arundinaceae* leaves. **J. Plant. Physiol.**, v.134, p.162-168, 1989.

CARVALHO, J.D.G.; VIOTTO, W.H.; KUAYE, A.Y. The quality of Minas frescal cheese produced by different technological processes. **Food Control**, v.18, p.262-267, mar.,

2007.

CASTELLUCCI, C.M.N.; SAMPAIO, G.R. Avaliação crítica do uso de substituto de gordura e seu papel na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis. In: **Alimentos do milênio: a importância dos transgênicos, funcionais e fitoterápicos para a saúde**. Sigmus Editora, 2002. 94p.

CERBULIS, J.; FARRELL, H. M. Composition of milks of dairy cattle. I. Protein, lactose, and fat contents and distribution of protein fraction. **Journal of Dairy Science**, v. 58, n. 6, p. 817–827, jun., 1975.

COUSSEMENT, P.A.A. inulin and oligofructose: safe intakes and legal status. **Journal of Nutrition**, v.129, n.7, p.1412-1417, 1999.

CORREIA, R. T. P.; CRUZ, V. M. F. **Leite de cabra e derivados**. ACOSC – Associação dos Criadores de Ovinos e Caprinos do Sertão do Cabugi. 2006. Disponível em: <<http://www.acosc.org.br/acosc/artigos>>. Acesso em 11 jul. 2015.

COSTA, N.M. B.; ROSA, C.O.B. (Ed.). **Alimentos funcionais**. MG, 2006, 202 p.

CUMMINGS, J.H.; MACFARLANE, G. T. Gastrointestinal effects of prebiotics. **Br. J. Nutr. Wallingford**, v. 87, v. 2, p. 145-151, maio, 2002.

CHALITA, M.A.N.; et al. Algumas considerações sobre a fragilidade das concepções de qualidade de queijos no Brasil. **Informações Econômicas**, v. 39, n. 6, p. 77-88, jun., 2009.

CRISPÍN-ISIDRO, G.; LOBATO-CALLEROS, C.; ESPINOSA-ANDREWS, H.; ALVAREZ-RAMIREZD, J.; VERNON-CARTERD, E. J. Effect of inulin and agave fructans addition on the rheological, microstructural and sensory properties of reduced-fat stirred yogurt. **LWT: Food Science And Technology**, v. 1, n. 62, pp. 438-444, 2014

DALLAS, P. Uso de derivados do soro em aplicações de produtos de consumo. **Revista Leite e Derivados**, v. 8, n. 46, p. 48-50, 1999.

DAVIAU, C.; FAMELART, M.H.; PIERRE, A.; GOUDÉDRANCHE, H.; MAUBOIS, J. L. Rennet coagulation of skim milk and curd drainage: effect of pH, casein concentration, ionic strength and heat treatment. **Lait**, v. 80, p. 397-415, 2000.

DENDER, V. A. G. G. International Symposium: Prebiotics and Probiotics applications in Dairy Products. **Tecnolat/TAL**, 11 p., ago. 2008.

EL-NAGAR, CLOWES, G. et al. Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. **International Journal of Dairy Technology**, v.55, n2, p89-93, 2002.

FAOSTAT – 2008. FAO. Disponível em:< <http://www.fao.org>> Acesso em: 15 abr 2016.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Probióticos, prebióticos e simbióticos. **Revista Food Ingredients Brasil**, n. 17, p. 58-65, 2011. Disponível em: Acesso em: 24 out. 2015.

FOX, P.; GUINEE, T.P.; COGAN, T.M.; McSWEENEY, P. Fundamentals of cheese science. **Aspen Publishers**, Inc. Gaithersburg, Maryland. 2000. 544 p.

FRANCK, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, v.87, v.2, p.287-291, 2002.

GIBSON, G.; ROBERFROID, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. **J. Nutr**, v.125, p.1401-1412, jun. 1995.

GIBSON, G.; WILLIS, C.L.; VAN LOO, J. Non-digestible oligosaccharides and bifidobacteria-implications for health. **Int Sugar J.**, v 96, n. 1150, p. 381, out 1994.

GUVEN, M. et al. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. **International Journal of Dairy Technology**, v. 58, n.3, p.180-184, 2005.

GUTIÉRREZ, R.B. **Elaboración artesanal de quesos de oveja**. 3ª. ed. Montevideo: Edinor, 1991, 174p.

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, mayo, 2005.

HAULY, M.C.O.; MOSCATTO, J.A. Inulina e Oligofrutoses: uma revisão sobre propriedades funcionais, efeito prebiótico e importância na indústria de alimentos. **Semina: Ciências Exatas e Tecnologia**, v.23, p.105-118, 2002.

HANSEN, C. Salga em queijos: aspectos técnicos e práticos. **Ha-La Biotec**. Valinhos, n. 80, p. 2-4. Março/Abril, 2004. Disponível em <<http://tecnologiadefabricacaodequeijo.blogspot.com.br/search/label/SALGA%20EM%20QUEIJO>>. Acesso em 09 de novembro 2015.

HADJIPANAYIOTOU, M. Composition of ewe, goat and cow milk and colostrums of ewes and goats. **Small Ruminant Research**, v. 18, p. 255-262, 1995.

INMETRO Disponível em:

http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/queijo_Minas.asp#nor. Acesso em: 22 de abril 2015.

JENKINS, D.; KENDALL, C.; VUKSAN, V..Inulin, oligofructose and intestinal function. **Journal of Nutrition**, v.129, n. 7, p. 1431-1433, 1999.

LOURENÇO NETO, J.P.M. **Queijos: Aspectos tecnológicos**. Manual Técnico para a Produção Industrial de Queijos. 1ª ed. Editora Dipemar; 1994.

LOURENZO, K.; NAVIA, J.; NEIDITCH, D. **Preparation of inulin products**. USA Patent number 5968365, 1999.

LUCEY, J.; JOHNSON, M.E.; HORNE, D. Perspective on the basis of the rheology and texture properties of cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n.9, p. 2725-2743, set. 2003.

LUCEY, J.; FOX, P. Importance of Calcium and Phosphate in Cheese Manufacture: A Review. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 6, p. 1714 – 1724, Fev 1993.

LUQUET, F.M. **Laits et produits laitier - Vache-Brebis-Chèvre. Les laits. De la mamelle à laiterie**. V.3. Paris: Technique et Documentation, Lavoisier. 1991. p. 389.

MATIAS, N. S.; BEDANI, R.; CASTRO, I. A.; SAAD, S. M. I. A probiotic soy-based innovative product as an alternative to petit-suisse cheese. **LWT: Food Science and Technology**, v. 1, n. 59, pp. 411-417, 2014.

MCMANUS, C., PAIVA, S.R., ARAUJO, R.O. Genetics and breeding of sheep in Brazil, **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39, Suppl., 236-246, 2010.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3th ed. CRC Press. 1999. 386 p.

MENDONÇA, J. F.P.; SÁ, C.V.C.; CARVALHO, L.B.; MELO, C.B. Composição Físico-química do leite de ovelhas e principais fatores que interferem na sua qualidade. Revisão de literatura. *Ciênc. Vet. Tróp.*– PE, v. 13, n. 1/2/3, p.38-44, 2010.

MEYER, D.; BAYARRI, S.; TÁRREGA, A.; COSTELL, E. Inulin as texture modifier in dairy products. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p. 1881-1890, 2011.

MOIRA, H. Future for dairy products in the functional foods market. **Australian Journal Dairy Technol.**, v. 58, n.2, p. 98-103, 2003.

MONTAN, M. As fibras invisíveis. **Revista Brasil Alimentos**, v.4, n.19, 2003.

MÚLLER, V. Alimentos Funcionais. **Revista Laticínios**, v.6, n.34; 2001.

MUGHETTI, L.; et al. Integration of extruded linseed into dairy sheep diets: Effects on milk composition and quality and sensorial properties of Pecorino cheese. **Animal Feed Science and Technology**, v. 178, n. 1-2, p. 27–39, nov. 2012.

NASCIMENTO, M.; MORENO, I.; KUAYE, A.Y. Applicability of bacteriocin producing *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium* and *Lactococcus lactis ssp. Lactis* as adjunct starter in Minas frescal cheese making. **International Journal of Dairy Technology**, v. 61, n.4, p. 352-357, Nov. 2008.

NINESS, K.R. Inulin and oligofructose: what are they? **American Society for Nutritional Sciences**, v. 129, p. 1402-1406, 1999.

NITSCHKE, M.; UMBELINO, D.C. Frutooligossacarídeos: Novos Alimentos Funcionais. **SBCTA**, v.1, n.36, 2002.

NEVEN, E. Inulina e oligofrutose - ingredientes multifuncionais para o desenvolvimento de produtos lácteos. **Revista Leite e Derivados**, v.11, n.6, 2001.

NUDDA, A.; et al. Feeding strategies to design the fatty acid profile of sheep milk and cheese. **Revista Brasileira de Zootecnia Invited Review**, v. 43, n. 8, p. 445–456, ago. 2014.

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

PEREDA, O. **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal**. v.2, Porto Alegre: ARTMED. 2005; p. 279..

PEREIRA, J.P.F. **Partição do cálcio em queijo minas padrão e sua bioacessibilidade ao longo do tempo de maturação**. 2014. 68f. Dissertação de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

PERRY, K. Cheese: chemical, biochemical and microbiological aspects. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 293-300, mar/abr.2004.

PIRISI, A.; LAUREAT, A.; DUBEUF, J.P. Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality. **Small Ruminant Research**, v, 68, p.167 – 178, 2007.

PULINA, G.; NUDDA, A. Milk production. In: PULINA, G. (Ed.). **Dairy sheep feeding and nutrition**. Bologna: Avenue media, 2002. 2. ed. cap.1. P.11- 28.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R.; et, al. Development of functional ingredients for gut health. **Trends Food Sci. Technology**., v.13, n.1, p.3-11, jan. 2002.

KIP, P.; MEYER, D.; JELLEMA, R.H. Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. **International Dairy Journal**, v. 16, n.9, p.1098-1103, 2005.

RAMOS, M.; JUAREZ, M. Sheep Milk. In: FUQUAY, J.W.; FOX, P.F.; MCSWEENEY, P.L.H. **Encyclopedia of Dairy Sciences**. 2. ed. United Kingdom: ELSEVIER, 2011. v.3, p.494-502.

RAO, A V. Dose response effects of inulin and oligofructose on intestinal bifidogenesis effects. **Journal of Nutrition**. v.127, n.7, p.1442-1445. jul.1999.

RAYNAL-LJUTOVAC, K.; et, al. Composition of goat and sheep milk products: an update. **Small Ruminant Research**. v. 70, n. 1, p. 57-72, Jul. 2008.

ROBERFROID, M.; VAN LOO, J.; GIBSON, G. The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. **J Nutr**, 128: 11-19, 1998.

ROBERFROID, M. Inulin-type fructans: Functional food ingredients. **Journal of Nutrition**, v. 137, n. 11, p. 2493–250, 2007.

ROHENKOHL, J.E.; CORRÊA, G.C.; AZAMBUJA, D.F. et al. O agronegócio de ovinos e caprinos de leite. Indicadores Econômicos FEE (Impresso), Porto Alegre, v. 39, p. 97-114, 2011.

SAAD, S.M.I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v.42, n.1, p.1-16, jan./mar. 2006.

SANCHES, M.F. **Caracterização física de soluções de inulina por análise de textura e comportamento reológico**. 100f. 2010. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

SANTOS, J. P. V.; GOULART, S. M.; RAMOS, A. M. Influência da adição de inulina nas características físico-químicas e sensoriais do doce de leite cremoso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n. 388, p. 35-40, 2012.

SILVA, R.F. Use of inulin as a natural texture modifier. *Cereal Foods World*. **St. Paul.**, v.42, n.10, p. 792-795, 1996.

SILVA, W. T. M.; BORSATTI, L.; NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; POZZA, M. S. S.; GIUSTI, L. D. B. Inulina na produção de frangos de corte. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 11, n. 3, pp. 16-24, 2012

SCHNEEMAN, B. Fiber, inulin and oligofrutose: Similarities and Differences. **Journal of Nutrition**. v. 129, n. 7, p. 1424-1427, Jul. 1999.

NUNES, F.F. S. R.; GAMEIRO, A. H.; SOCIOECONOMIA & CIÊNCIA ANIMAL Boletim Eletrônico do Laboratório AE/FMVZ/USP – Edição 098, de 31 de maio de 2016. Disponível em: <http://biblioteca.fmvz.usp.br/wp-content/uploads/2016/06/Socioeconomia__Ciencia_Animal_Edicao_098.pdf> Acesso em: 15 fev 2017.

SOUZA, C.; BURITI, F.; BEHRENS, J.; SAAD, S. Sensory evaluation of probiotic Minas fresh cheese with *Lactobacillus acidophilus* added solely or in co-culture with a thermophilic starter culture. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 43, n. 5, p. 871-877, mai. 2008.

SOUZA, A.C.K.O.; OSÓRIO, M.T.M.; OSÓRIO, J.C.S. et al. Produção, composição química e características físicas do leite de ovinos da raça corriedale. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, n. 1, p.73-77, 2005.

SPREER, E. **Lactologia Industrial**. Zagarosa. 2. ed. Acribia, 1991.

TREACHER, T.T.; CAJA, G. Nutrition during lactation. In: **M. Freer and H. Dove (Eds.)**. Sheep Nutrition. CABI, Wallingford, U.K. p. 213-236. 2002

TUNGLAND, C. **Inulin**: a comprehensive scientific review. 2000. Disponível em:< <http://www.oalib.com/references/7762777>>. Acessado em: 12 out. 2016.

UBIC. **UBIC CONSULTING**, 2014. Disponível em: < http://www.ubic-consulting.com/food.php?ingredient=&fa_display_search=&query=The+word+beta-gucan. Acesso em: 24 abril. 2015.

USDEC - U. S. DAIRY EXPORT COUNCIL. Ingredientes lácteos para uma alimentação saudável. **USDEC News**, v. 2, n. 4, p.1-3, 2000.

VAN DENDER, A.G.F.; MASSAGUER-ROIG, S.; CAMPOS, S. D. S. Alterações físico-químicas e vida de prateleira do queijo Minas frescal tradicional e fabricação pelo método MMV. In: **Revista do Instituto de Laticínios “Candido Tostes”**,v. 54, n.309, p. 67-82, jul. /ago.1999.

WSDC – **WISCONSIN SHEEP DAIRY COOPERATIVE**: Disponível em: < <http://www.sheepmilk.biz>. Acesso em: 19 de maio 2015.

YATES, M. D.; DRAKE, M.A. Texture properties of Gouda cheese. **Journal of Sensory Studies**; v. 22, p. 493–506, 2007.

YAZICI, F.; AKGUN, A. Effect of some pretein based fat replacers on physical, chemical, textural, and sensory properties of strained yoghurt. **Journal of Food Engineering**, v. 62, n. 3, p.245-254, 2004.

YOUNG, N. D., DRAKE, M. A.; LOPETCHARAT, K.; MCDANIEL, M. R. Preference mapping of Cheddar cheese with varying maturity levels. **J. Dairy Sci.** 2004; 87:11–19.

4. ARTIGO

ELABORAÇÃO DE QUEIJO TIPO MINAS FRESCAL UTILIZANDO LEITE OVINO ADICIONADO DE INULINA COMO SUBSTITUTO DE GORDURA

Joyce Valle Borges ^a, Carla Manfrinato Sirotti ^a, Giselle Nobre Costa^a, Patrícia Harumi Hasegawa ^a, Gabriela Soares Lima ^a, José Augusto de Souza ^a, Joice Sifuentes dos Santos^a

^aUnopar – Universidade Norte do Paraná, Rua Marselha, 591, 86041-14, Londrina, PR, Brasil
joycevalle@uol.com.br
carlamanfrinato@gmail.com
gcnobre@gmail.com
pati.hasegawa@gmail.com
gaby_lima230@hotmail.com
contato.jsouza@hotmail.com
joyce.sifuentes@gmail.com

Resumo

O leite de ovelha é rico em nutrientes, apresenta maiores teores de gordura, proteínas, minerais, cálcio e vitaminas A e D. Dentre os derivados do leite, o queijo é considerado um dos alimentos mais nutritivos. A inulina é uma fibra alimentar solúvel, de baixo teor calórico, utilizada como substituto de gordura e açúcar em produtos lácteos. Neste trabalho, a inulina foi utilizada visando substituir parcialmente a gordura do leite de ovelha na produção de queijo tipo Minas frescal. Desenvolveram-se os queijos com leite de ovelha, utilizando cultura mista termofílica/mesofílica, coagulante, CaCl₂ e inulina. Foram elaboradas três formulações: Q1 contendo leite parcialmente desnatado com 5% de inulina; Q2 leite parcialmente desnatado, sem adição de inulina e Q3 sem inulina, com leite de ovelha integral. Os resultados foram comparados pela ANOVA e Teste de Tukey ($p < 0,05$). Nos parâmetros físico-químicos, a adição de inulina como substituto de gordura na formulação Q1 não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) comparado com formulação Q2 e ao controle Q3 entre acidez, proteína e umidade. Apenas apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre pH, gordura e cinzas. Na textura, para todos os parâmetros analisados, apenas a formulação Q3 (controle) apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em relação a formulação Q1 e Q2 na análise de dureza. Avaliando a textura, a adição de inulina na concentração de 5%, no queijo semi-desnatado, não apresentou efeitos esperados como substituto de gordura.

Keywords: *Derivados lácteos. Fibra Alimentar. Prebióticos.*

*artigo formatado de acordo com as normas do periódico LWT – Food Science and Technology (ANEXO A)

1. Introdução

O leite de ovelha é considerado de alta qualidade, sendo caracterizado por baixa atividade alergênica. Muitos consumidores de países como EUA, Brasil e China, têm mostrado interesse no consumo de queijo produzido com leite de ovelha (Mughetti et al., 2012; Nudda et al., 2014). O consumo de leite de ovelha e seus derivados está tornando um mercado progressivo no mundo, devido apresentar características de sabor mais adocicado e aroma apropriado, quando comparado com leite de vaca e de cabra (Mendonça; Carvalho; Melo, 2010).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2007), o queijo é um produto que se obtém através da separação parcial do soro, onde ocorre uma desidratação da coalhada, de massa fresca ou maturada podendo ser integral, desnatado ou semidesnatado. A produção de queijo com leite de ovelha se destaca em relação a outros leites, como cabra e vaca, devido a maiores taxas de proteína bruta, gordura e sólidos totais.

Outro componente importante no leite de ovelha é a gordura, capaz de influenciar as características físicas e sensoriais de seus produtos. O pH do leite varia entre 6,63 e 6,65, apresenta maiores concentrações de cálcio e magnésio quando comparada aos leites de cabra e vaca (Gutiérrez, 1991; Hadjipanayiotou, 1995; Souza et al., 2005).

Os prebióticos são ingredientes alimentares solúveis, definidos como carboidratos que não são digeríveis pela amilase e por enzimas hidrolíticas, afetando benéficamente o hospedeiro, estimulando o crescimento e atividade de bactérias que são benéficas ao cólon (Haarman; Knol, 2005; Cummings, Macfarlane, 2002; Saad, 2006; Gibson; Roberfroid, 1995; Santos et al., 2006). Entre os prebióticos disponíveis comercialmente, a inulina tem merecido destaque.

A inulina apresenta uma menor solubilidade devido as suas cadeias mais longas, formando microcristais quando estão em presença de líquidos, tais como água ou leite, favorecendo a sensação de presença de gordura e as propriedades reológicas e texturais do alimento. A inulina é empregada como substituto de gordura em produtos lácteos, coberturas, sobremesas e recheios, ocorrendo uma estabilidade na água em uma estrutura cremosa (Apolinário et al., 2014; Neven, 2001; Montan, 2003; Meyer et al., 2011; Santos; Goulart; Ramos, 2012).

Portanto, esse trabalho teve como objetivo desenvolver um queijo tipo Minas Frescal, elaborado

com leite de ovelha, utilizando inulina como substituto parcial de gordura.

2. Material e Métodos

2.1 Matéria-prima e ingredientes

Para a elaboração do queijo tipo Minas Frescal foram utilizados os seguintes ingredientes: leite integral (5% gordura) e semidesnatado (1,5% gordura) pasteurizado e congelado de ovelha (Chapecó, Brasil); cultura RSF-736[®] (Mesophilic/Termophilic, Christan Hansen, Valinhos, Brasil) para queijo; inulina (Beneo, Orafti, Bélgica), CaCl₂ 50% e Coagulante Quimase. Os queijos foram produzidos na planta piloto do Centro gastronômico Unopar/Piza e as análises foram realizadas no laboratório de pesquisa do Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados da Universidade Norte do Paraná.

2.2 Elaboração Queijo Tipo Minas Frescal

O leite de ovelha foi semi-desnatado na planta piloto utilizando desnatadeira (Casa da desnatadeira – modelo 360, Goiânia, Brasil). Foram semi-desnatados 20 L de leite para os três lotes de queijos, sendo que para cada formulação com mesmo teor de gordura, eram utilizados 2 L, rendendo aproximadamente 500 g de queijo. Realizou-se o tratamento térmico a 65°C/30 minutos e posteriormente resfriou-se o leite a 37°C. Em seguida, foram adicionados os ingredientes nas proporções: CaCl₂ 50% 0,05% (v/v), coalho 0,045% (v/v), cultura Starter 0,28% (m/v), previamente incubada a 37°C/0,5h e congelada até o momento do uso e inulina na concentração de 5%. Cada formulação ficou em repouso por 20 minutos. Em seguida realizou-se o corte da massa em formatos de cubos aproximadamente 2,0 cm³, intercalando a mexedura. As massas dos queijos foram colocadas em formas de fundo perfurado para a eliminação do soro. Posteriormente realizou-se a enformagem, realizando a viragem a cada 15 minutos durante 1 hora e em seguida procedeu-se a salga a seco (1,5%) dos queijos já enformados. O produto finalizado foi embalado e armazenado a temperatura de 8°C durante 21 dias. Todos os equipamentos e materiais utilizados no processo de produção foram devidamente higienizados.

2.3 Análises físico-químicas

Foram feitas análises de umidade, cinzas, pH, acidez, proteínas, e gordura no extrato seco total (GES) nos dias 1,7,14 e 21. Todas as análises foram efetuadas em triplicata e conforme AOAC (2011).

2.4 Análise de Textura

Para analisar os parâmetros de textura ao longo de 21 dias sob armazenamento, as amostras foram mantidas em suas embalagens a 8°C até o momento das análises. A determinação da dureza, adesividade, elasticidade, gomosidade, coesividade e mastigabilidade foi realizada em quintuplicata para cada formulação através de texturômetro (Texture Analyser CT3, Brookfield, Middleboro, EUA), controlado por computador (LG, windons xp), conforme o exemplo ilustrado na Figura 1. O probe cilíndrico acrílico utilizado foi de 35 mm de diâmetro, com distância de 10 mm e velocidade de compressão 1 mm/s (Buriti; Cardarelli; Saad, 2008).

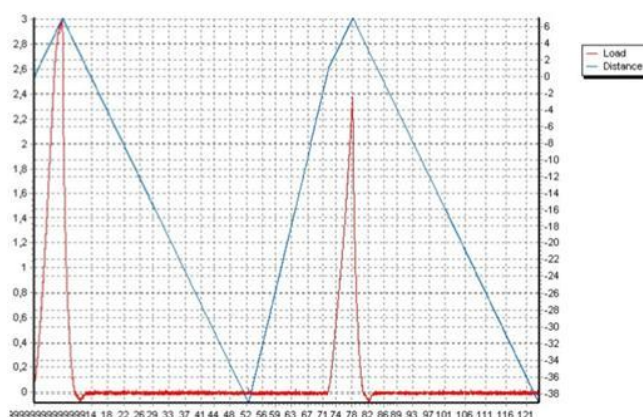


Figura 1. Exemplo de um teste de compressão em queijos. Fonte:(Da autora)

2.5 Rendimento dos queijos.

Foram realizadas as pesagens das três formulações durante os dias 1, 7, 14 e 21 para verificar o rendimento final de cada massa.

2.6 Análise estatística

As variáveis físico-químicas e textura das três formulações e os dias de armazenamentos foram comparados utilizando-se o teste estatístico de análise de variância (ANOVA) com efeitos mistos e o

teste de comparação de médias de Tukey ao nível de 5% de significância calculados pelo software estatístico R 3.3.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises físico-químicas

Os resultados das análises físico-químicas e de textura foram comparados com artigos relacionados ao leite bovino. Até o presente momento, não existe uma legislação sobre a qualidade do leite de ovelha, bem como são escassas as publicações utilizando esta matéria-prima. Apesar de algumas pesquisas serem realizados com leite ovino, ainda há necessidade de mais estudos e de uma legislação.

De acordo com a Instrução Normativa nº 4 (IN4/04) (Brasil, 2004), o queijo Minas Frescal passou a ser classificado como queijo de muito alta umidade, não fixando valores de proteínas, cinzas, acidez e pH. Entretanto, a classificação dos parâmetros microbiológicos, tanto pela produção quanto comercialização, não tiveram alteração.

De maneira geral, as três formulações do queijo recém produzido (dia 1) foram muito similares do ponto de vista físico-químico (Tabela 1). Entretanto, há diferenças significativa ($p < 0,05$) no teor de gordura, cinzas e no valor de pH no Q3 (controle) com relação às formulações Q1 e Q2, ambas obtidas com leite semi-desnatado.

Segundo Bergamini et al. (2010), queijos produzidos com leite de ovelha tem um maior destaque na Argentina, porém, as produções apresentam protocolos mal definidos. A Itália também produz queijos com leite de ovelha, como por exemplo o queijo Pecorino Toscano, mas também não apresentam uma legislação com padrões de identidade e qualidade (Buccioni et al., 2010).

Nos parâmetros de acidez e pH, apenas o pH na formulação Q3 (controle) apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em relação as formulações Q1 e Q2. Em ambas formulações foi observado um decréscimo de pH durante o período de armazenamento, apresentando médias de aproximadamente 5,67 nos dias 1 e 5,07 no 21º dia. Segundo Drake et al. (1995), queijos com teores reduzidos de gordura, apresentam redução de pH durante o tempo de armazenamento, resultando um sabor mais ácido.

A formulação Q2, queijo semi-desnatado sem inulina, pode-se notar uma tendência de aumento na acidez no dia 21º de armazenamento, porém ambas não diferem entre si ($p > 0,05$).

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados das análises físico-químicas das três formulações desenvolvidas.

Tabela 1: Resultados (média \pm desvio-padrão) da análise físico-química das três formulações dos queijos durante o armazenamento a 8°C.

Queijo	Tempo (Dias)	pH	Acidez (%)	Gordura* (%)	Proteína (%)	Cinzas (%)	Umidade (%)	Rendimento (m/m)
Q1	1	5,53 \pm 0,05 ^{Aa}	0,20 \pm 0,02 ^{Aa}	34,03 \pm 0,08 ^{Aa}	19,25 \pm 1,23 ^{Aa}	1,62 \pm 0,38 ^{Aa}	61,67 \pm 1,58 ^{Aa}	0,50 \pm 0,00 ^{Aa}
	7	5,47 \pm 0,05 ^{Ab}	0,27 \pm 0,02 ^{Ab}	33,17 \pm 0,08 ^{Aa}	15,79 \pm 0,63 ^{Aa}	1,11 \pm 0,09 ^{Ab}	58,11 \pm 0,78 ^{Ab}	0,46 \pm 0,03 ^{Ab}
	14	5,27 \pm 0,05 ^{Ac}	0,35 \pm 0,05 ^{Ac}	33,29 \pm 0,08 ^{Aa}	16,14 \pm 1,05 ^{Aa}	0,94 \pm 0,11 ^{Ac}	56,89 \pm 1,36 ^{Ac}	0,32 \pm 0,06 ^{Ac}
	21	5,11 \pm 0,08 ^{Ad}	0,40 \pm 0,14 ^{Ad}	33,11 \pm 0,08 ^{Aa}	16,32 \pm 1,34 ^{Aa}	0,87 \pm 0,10 ^{Ad}	54,22 \pm 1,20 ^{Ad}	0,23 \pm 0,03 ^{Ad}
Q2	1	5,50 \pm 0,07 ^{Aa}	0,23 \pm 0,02 ^{Aa}	33,12 \pm 0,08 ^{Aa}	18,38 \pm 1,24 ^{Aa}	1,68 \pm 0,13 ^{ABa}	60,78 \pm 0,97 ^{Aa}	0,50 \pm 0,00 ^{Aa}
	7	5,46 \pm 0,12 ^{Ab}	0,28 \pm 0,02 ^{Ab}	32,78 \pm 0,08 ^{Aa}	17,24 \pm 1,06 ^{Aa}	1,37 \pm 0,10 ^{ABb}	57,33 \pm 0,87 ^{Ab}	0,43 \pm 0,03 ^{Ab}
	14	5,38 \pm 0,08 ^{Ac}	0,34 \pm 0,07 ^{Ac}	33,06 \pm 0,08 ^{Aa}	17,60 \pm 1,09 ^{Aa}	1,01 \pm 0,15 ^{ABc}	54,89 \pm 0,93 ^{Ac}	0,34 \pm 0,02 ^{Ac}
	21	5,07 \pm 0,07 ^{Ad}	0,48 \pm 0,12 ^{Ad}	33,13 \pm 0,08 ^{Aa}	16,97 \pm 0,81 ^{Aa}	0,75 \pm 0,11 ^{ABd}	52,00 \pm 1,22 ^{Ad}	0,25 \pm 0,05 ^{Ad}
Q3	1	5,67 \pm 0,05 ^{Ba}	0,22 \pm 0,04 ^{Aa}	51,02 \pm 0,08 ^{Ba}	19,14 \pm 1,24 ^{Aa}	1,91 \pm 0,11 ^{Ba}	59,56 \pm 0,88 ^{Aa}	0,50 \pm 0,00 ^{Aa}
	7	5,53 \pm 0,05 ^{Bb}	0,25 \pm 0,03 ^{Ab}	50,12 \pm 0,08 ^{Ba}	17,28 \pm 1,35 ^{Aa}	1,31 \pm 0,21 ^{Bb}	57,22 \pm 1,20 ^{Ab}	0,44 \pm 0,03 ^{Ab}
	14	5,19 \pm 0,08 ^{Bc}	0,33 \pm 0,01 ^{Ac}	50,20 \pm 0,08 ^{Ba}	16,91 \pm 1,85 ^{Aa}	1,01 \pm 0,11 ^{Bc}	54,11 \pm 1,17 ^{Ac}	0,34 \pm 0,06 ^{Ac}
	21	5,14 \pm 0,05 ^{Bd}	0,39 \pm 0,02 ^{Ad}	50,26 \pm 0,08 ^{Ba}	17,23 \pm 1,29 ^{Aa}	0,96 \pm 0,10 ^{Bd}	50,89 \pm 0,93 ^{Ad}	0,27 \pm 0,05 ^{Ad}

* Q1 (queijo semi-desnatado com 5% de inulina), Q2 (queijo semi-desnatado sem inulina), Q3 (queijo integral).

* Gordura (GES) – Extrato seco total. Teste de Análise de Variância (ANOVA) com efeitos mistos ao nível de 5% de significância. ^{A,B} Letras sobrescritas maiúsculas na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as formulações; ^{a,b,c,d} sobrescritas minúsculas na mesma coluna, para cada tratamento, indicam as diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os diferentes dias de armazenamento.

De acordo com Cardarelli et al. (2008) e Di Pierro et al. (2011), o decréscimo nos valores de pH encontrados em queijos e em produtos lácteos fermentados pode ser justificado pelo processo natural de produção de ácido lático, aminoácidos e de ácidos graxos livres formados pela proteólise e lipólise.

Buriti, Rocha e Saad (2005) fizeram uma pesquisa com queijos Minas Frescal durante 21 dias de armazenamento a 8°C, onde observaram uma redução de pH de 6,16 a 5,38 entre os dias 1° e 21°. Notaram também que houve um aumento na acidez titulável em ácido lático (0,36%). Entretanto Silva et al. (2003) constataram valores de pH entre 6,2 e 5,0.

A acidez das formulações dos três queijos Q1, Q2 e Q3 não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), apenas apresentou um aumento da acidez durante os 21 dias de armazenamento, apresentando médias entre 0,21% no dia 1 e 0,42% no dia 21. De acordo com Walstra et al. (2006), quando se tem maior acidez, conseqüentemente terá um aumento na sinérese, diminuindo assim o teor de água em queijos. Entretanto, se a acidez é mantida, um efeito mínimo sobre a umidade persiste.

O ácido majoritário em queijos e em outros produtos lácteos é o ácido lático, pois utilizam adição de culturas ou do próprio ácido lático. Por ser um ácido fraco ($pK_a = 3,08$), apresenta baixa dissociação; quando há dissociação, bases conjugadas são formadas originando um sistema tampão (Atkins; Jones, 2012).

Segundo Sangaletti et al. (2008), o aumento da acidez está relacionado com o aumento de microrganismos mesófilos, psicotróficos e de bactérias ácido lácticas, que são os principais responsáveis pela conversão da lactose em ácido lático. De acordo com Viana (2002), a acidez abaixo de 0,3% ao longo do tempo de armazenamento é apontada como boa característica por conceder ao produto um sabor mais leve e com maior durabilidade.

Ao longo do armazenamento refrigerado, o teor de gordura nas formulações Q1 e Q2 não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre si, entretanto, com relação à formulação Q3, desenvolvido com leite de ovelha integral houve diferença ($p < 0,05$). Resultado esperado, já que este queijo foi formulado com leite integral. Comparando com a legislação brasileira para queijos Minas Frescal elaborados com leite bovino, os resultados obtidos são muito distintos, isso se justifica pelos maiores teores de gordura do leite ovino em comparação ao leite caprino e bovino. Queijos Minas

Frescal é considerado um queijo semi-gordo com teor de gordura entre 25,0 e 44,9% de matéria gorda no extrato seco e de muita alta umidade, apresentando umidade superior a 55% (Brasil, 1997a; 2004).

A inulina é um polissacarídeo linear, solúvel, de baixo valor calórico, podendo substituir açúcares e gorduras sem alterar as características sensoriais do alimento (Barclay, Ginic-Markovic & Cooper 2010). Em substituição de lipídeos, esta fibra tem a capacidade de formar com a água do produto uma rede de géis, conferindo corpo, maciez e textura (Tungland & Meyer, 2002). Sahan et al. (2008) relatam que queijos desenvolvidos com substituto de gordura apresentam capacidade de ligação à água aumentada, melhorando assim a qualidade geral do produto.

O teor de proteína não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre as três formulações Q1, Q2 e Q3 e também não apresentou diferença ($p > 0,05$) no decorrer dos dias de armazenamento 1, 7, 14, e 21.

Observou-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) na umidade entre as formulações Q1, Q2 e Q3. A formulação contendo 5% de inulina (Q1) apresentou uma tendência nos valores de umidade nos 21 dias de armazenamento quando comparada com as formulações Q2 e Q3. A inulina, por ser um prebiótico altamente higroscópico, dificulta a eliminação da água devido a capacidade de formar ligações com a mesma (Pinto e Paiva, 2010).

Queijos que apresentam variedades macias e não possuem maturação se destacam no sucesso comercial, ou seja, apresentam grandes desafios para fabricantes de diversos queijos com teor reduzido de gordura (Mistry, 2001).

Na análise de cinzas observou-se que durante os 21 dias de armazenamento teve um decréscimo nos valores das três formulações. A formulação Q1 com 5% de inulina não diferiu ($p > 0,05$) entre a formulação Q2, mas apresenta diferença significativa em relação a formulação Q3 (controle). O leite de ovelha apresenta teores mais elevados de cinzas em relação ao leite de cabra e vaca (Boyazoglu & Morand-Fehr, 2001). O tempo de maturação é outro fator que poderá interferir no teor de cinzas dos queijos. Avaliando queijos, pesquisadores atribuíram baixa % de cinzas à pouca quantidade de sal adicionado (Pellegrini et al, 2013; Yazici; Dervisoglu, 2003). Outros autores como Ainifantakis (1991) através de estudos com queijos Feta comprovou que o teor de cinzas diminui com o tempo de maturação.

O rendimento dos queijos não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações

Q1, Q2 e Q3 durante os 21 dias de armazenamento, embora seja observado uma tendência de rendimento neste período, o que pode ser atribuído ao fato do queijo Minas frescal ser considerado um queijo de muita alta umidade e com o passar dos dias ocorre a perda de água presente nos queijos, diminuindo a concentração da umidade, apresentando uma consistência mais firme e um menor rendimento.

3.2 Análise de textura dos queijos.

Tabela 2: Resultados da Análise de Perfil de Textura (TPA) das formulações dos queijos Q1, Q2 e Q3 em diferentes dias de armazenamento.

Queijo*	Tempo (Dias)	Dureza (N)	Adesividade (mJ)	Coabilidade	Elasticidade (mm)	Gomosidade (N)	Mastigabilidade (mJ)
Q1	1	1,71 ^{Ab}	0,68 ^{Aa}	0,87 ^{Aa}	0,59 ^{Aa}	2,63 ^{Ab}	7,48 ^{Aa}
	7	1,79 ^{Ab}	0,82 ^{Ab}	0,64 ^{Aa}	0,61 ^{Aa}	1,90 ^{Aa}	8,00 ^{Aa}
	14	1,81 ^{Aab}	0,81 ^{Ab}	0,51 ^{Aa}	0,53 ^{Aa}	2,65 ^{Abc}	5,28 ^{Aa}
	21	2,65 ^{Aa}	1,01 ^{Ab}	0,53 ^{Aa}	0,58 ^{Aa}	2,77 ^{Ac}	5,91 ^{Aa}
Q2	1	1,70 ^{Ab}	0,39 ^{Aa}	0,58 ^{Aa}	0,55 ^{Aa}	2,65 ^{Ab}	6,34 ^{Aa}
	7	1,88 ^{Aab}	1,15 ^{Ab}	0,63 ^{Aa}	0,70 ^{Aa}	3,38 ^{Aa}	6,42 ^{Aa}
	14	1,80 ^{Ab}	1,77 ^{Ab}	0,63 ^{Aa}	0,56 ^{Aa}	2,74 ^{Abc}	9,57 ^{Aa}
	21	2,77 ^{Aa}	1,35 ^{Ab}	0,61 ^{Aa}	0,57 ^{Aa}	2,73 ^{Ac}	6,34 ^{Aa}
Q3	1	3,96 ^{Bb}	0,31 ^{Aa}	0,63 ^{Aa}	0,69 ^{Aa}	3,48 ^{Ab}	7,39 ^{Aa}
	7	3,46 ^{Bb}	0,87 ^{Ab}	0,64 ^{Aa}	0,71 ^{Aa}	3,23 ^{Aa}	6,09 ^{Aa}
	14	3,79 ^{Bab}	0,69 ^{Ab}	0,58 ^{Aa}	0,63 ^{Aa}	3,62 ^{Abc}	5,86 ^{Aa}
	21	4,00 ^{Ba}	0,71 ^{Ab}	0,61 ^{Aa}	0,62 ^{Aa}	2,69 ^{Ac}	5,08 ^{Aa}

* Q1 (queijo semi-desnatado com 5% de inulina), Q2 (queijo semi-desnatado sem inulina), Q3 (queijo integral). Teste de Análise de Variância (ANOVA) com efeitos mistos ao nível de 5% de significância. Valores apresentados são da média.

^{A,B} sobrescritas maiúsculas na mesma coluna indicam as diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os diferentes queijos; ^{a,b,c,d} sobrescritas minúsculas na mesma coluna, para cada tratamento, indicam as diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os diferentes dias de armazenamento.

Pode-se observar na Tabela 2 as médias obtidas para os parâmetros dureza, adesividade, coabilidade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade dos queijos Q1, Q2 e Q3.

As formulações Q1 e Q2 não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) para dureza, enquanto a formulação Q3 apresentou valores maiores. Segundo Capra (2014), os produtos que apresentam maiores valores de dureza resultam de uma força necessária para a sonda deformar a amostra, ou seja, um fluído que possui uma maior densidade de ligações (forte rede de gel) apresenta grande resistência à deformação. A presença de gordura em queijos acarreta uma menor firmeza devido

a gordura enfraquecer a rede tridimensional das proteínas.

De acordo com Kim et al. (2001), a menor firmeza dos produtos aos quais são adicionados inulina pode estar associada à incapacidade da inulina de formar gel, principalmente quando utilizadas concentrações baixas (5 e 10%).

Com isso, pode-se entender que a formulação Q1 com leite semi-desnatado e 5% de inulina, apresentou uma menor firmeza pela redução de gordura, isso se deve ao fato de que a adição de inulina em baixa concentração enfraqueceu a formação de gel.

Conforme Ciabotti et al. (2007), as proteínas apresentam um papel importante na formação da rede tridimensional da coalhada durante a produção dos queijos, onde ocorre uma diferença entre as propriedades físicas e o gel do queijo. Queijos que se apresentam pouco firmes podem ser por decorrência de umidades superiores, isso leva a formação de redes mais frágeis entre as proteínas (Ahmed et al., 2005).

Capra (2014) apresentou resultados de queijos elaborados com 3% de inulina, e observou que a maior concentração de inulina enfraqueceu a rede do gel, podendo ser pela saturação que ocorre dos sítios de interação ou devido a regiões ricas de géis formado pela inulina, que ocasionam a heterogeneidade da rede do gel.

Segundo Pasephol et al. (2009), devido as moléculas ficarem dispersas dentro das micelas de caseína, interferem na formação da matriz proteica, tornando-se então responsáveis por um gel mais macio. Robinson (1995) também não observou impacto geral na textura de iogurte com inulina nas concentrações de 1%, 5% e 10% em comparação com o iogurte controle, mesmo observando valores muitos próximos entre força de penetração e viscosidade.

Quanto a gomosidade, as formulações não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre Q1, Q2 e Q3, mas apresentaram uma variação de gomosidade durante o tempo de armazenamento ($p < 0,05$). Conforme Fox e McSweeney (1998), gomosidade e mastigabilidade são influenciadas pelo pH e também pelo conteúdo de umidade.

A adesividade encontrada nas formulações Q1, Q2 e Q3 apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os queijos nas análises do dia 1, porém não houve diferença significativa ($p > 0,05$) nos demais dias de armazenamento. A formulação Q1 apresentou menores valores de adesividade em

relação a Q2 ($p < 0,05$).

Segundo El-Nagar et al. (2002), ocorre um aumento da adesividade devido a formação do gel mais viscoso. A adição de inulina pode estar relacionada a formação de um gel menos viscoso, sendo assim, menos adesivo. Altschull (1993) observou que produtos desnatados possuem uma maior viscosidade quando mastigados e Franck (2002) evidencia que quando adicionada inulina nos produtos como queijos obtém baixa viscosidade.

Quando se tem uma maior concentração de proteína, ocorre uma menor quantidade de água livre, que está localizada dentro da rede proteica. Isso impede que os géis liberem uma pequena quantidade de soro, ficando então mais adesivos, devido à menor lubrificação (Pereira et al., 2003).

Os parâmetros de coesividade e elasticidade não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações Q1, Q2 e Q3. Os valores relacionados com coesividade e elasticidade são devido ao baixo teor de gordura presentes nos queijos. De acordo com Gunasekaran e AK (2003) frequentemente os queijos que apresentam menor teor de gordura são mais elásticos, ou seja, quanto mais elástico for o queijo, maior será sua resistência para romper, isso ocorre devido a maior interação proteica de sua matriz.

As formulações Q1, Q2 e Q3 não tiveram diferença entre si ($p > 0,05$) nos parâmetros de elasticidade, com isso pode-se concluir que a adição de inulina a 5% não apresentou efeitos sobre a elasticidade dos queijos.

Na análise de mastigabilidade não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as três formulações Q1, Q2 e Q3. A mastigabilidade condiz ao esforço essencial para poder mastigar a amostra obtendo uma consistência apropriada para engolir (Guiné et al., 2015).

4. Conclusão

Este trabalho avaliou as características físico-químicas e de textura dos queijos semi-desnatado com 5% de inulina formulação Q1, semi-desnatado sem inulina Q2 e controle (integral) Q3, produzidos com leite de ovelha.

Entre os parâmetros físico-químicos, a adição de inulina como substituto de gordura na formulação Q1 não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) comparado a formulação Q2 e ao

controle Q3 para os parâmetros acidez, proteína, umidade e rendimento dos queijos (g). Já para pH, gordura e cinzas houve significativa ($p < 0,05$).

Na textura, entre todos os parâmetros analisados, apenas a formulação Q3 (controle) apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em relação a formulação Q1 e Q2 na análise de dureza.

A adição de inulina (5%) no queijo semi-desnatado não apresentou efeitos esperados como substituto de gordura, principalmente na análise de textura (dureza) devido à sua baixa concentração.

No entanto, por ser um trabalho inovador no desenvolvimento de produtos alimentícios, novos estudos com leite de ovelha e inulina são necessários, principalmente para colaborar com uma legislação para queijos com leite ovino.

Referências

Ahmed, N. H.; EL Soda, M.; Hassan, A. N.; Frank, J. Improving the textural properties of an acid-coagulated (Karish) cheese using exopolysaccharide producing cultures. *LWT – Food Science and Technology*, v. 38, p. 843–847, 2005.

Altschul, A. M. Adult obesity, in: Altschul, A.M, *Low-calorie Foods Handbook*. Nem York, Marcel Dekker, INC, 1993, p. 13-20.

Anifantakis, E. Greek cheeses. Athens, Greece: *National Dairy Commition of Greece*. 1991.

Apolinário, a. c.; Damasceno, b. p. g. l.; Beltrão, n. e. m.; pessoa, a.; convertid, a.; silva, j. a. inulin-type fructans: a review on different aspects of biochemical and pharmaceutical technology. *carbohydrate polymers*, v. 101, n. 3, p. 368- 378, 2014.

Association of Official Analytical Chemists (Aoac). (2011). *Official methods of analysis of AOAC International*, 16, Gaitheersburg.

Atkins, P.; Jones, L.; Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5ª Ed. Porto Alegre: *Bookman*, 2012. p. 435-436.

Barclay, T., Ginic-Markovic, M., Cooper, P. (2010). Inulin - The versatile polysaccharide with multiple pharmaceutical and food chemical uses. *Journal of Excipients and Food Chemicals*, 1, 27–50.

Bergamini, C.V.; Wolf, I.V.; Perotti, M.C. et al. Characterization of biochemical changes during ripening in Argentinean sheep cheeses. *Small Ruminant Research*. Little Rock, v. 94, n. 1-3, p. 79-89, 2010.

Bortolozzo, Eliana Queiroz; Quadros, Maria H. Rosinek. Aplicação de inulina e sucralose em iogurte. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*. N.1, v.1. Ponta Grossa: UTFPR, 2007, p. 37-47. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/S1981-36862007000100004> Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/247> Acesso em: 22 abr. 2015.

Boyazoglu, J. & Morand-Fehr, P. (2001). Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality: A critical review. *Small Ruminant Research*, 40, 1–11.

Buccioni, A.; Rapaccini, S.; Antongiovanni, M. et al. Conjugated linoleic acid and C18:1 isomers content in milk fat of sheep and their transfer to Pecorino Toscano cheese. *International Dairy Journal*, Amsterdam, v. 20, n. 3, p. 190-194, 2010.

BRASIL. (1997) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 352, de 04 de setembro de 1997. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Queijo Minas Frescal. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 08 set. República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF.

Brasil (2004) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 04 de 01/03/2004. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade em Queijo Minas Frescal – Alteração na “Classificação”. *Diário Oficial da União*. República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF.

Brasil. (2007) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Adota o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 24 out República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF.

Buriti, F. C. A.; da 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 Science and Technology*, v. 38, p. 173–180, 2005a.

Buriti, F.; Rocha, J.; Saad, S. Probiotic potential of Minas fresh cheese prepared with the addition of *Lactobacillus paracasei*. *LWT – Food Science and Technology*, v. 38, p. 173-180, mar. 2005.

Buriti, F. C. A.; da Rocha, J. S.; Saad, S. M. I. Incorporation of *Lactobacillus acidophilus* in Minas fresh cheese and its implications for textural and sensorial properties during storage. *International Dairy Journal* v. 15, p. 1279–1288, dez, 2005b.

Buriti, F. C. A.; Cardarelli, H. R.; Saad, S. M. I. Textura instrumental e avaliação sensorial de queijo fresco cremoso simbiótico: implicações da adição de *Lactobacillus paracasei* e inulina. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v. 44, n. 1, p. 75-83, 2008.

Capra, T, C. Efeito de adição de proteínas de soja e da substituição total de gordura por inulina em ricota cremosa. Taís Cristina Capra. – 2014. 79 f.:il.

Cardarelli, H.R. Desenvolvimento de queijo petit-suisse simbiótico. 2006. 133p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – *Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo*.

Ciabotti, S. Et al. Características sensoriais e físicas de extratos e tofus de soja comum processada termicamente e livre de lipoxigenase. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 3, p. 643-648, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 13 nov. 2007.

Civille, A.; Szczesniaki, A.S. Guidelines to training a texture profile panel. *Journal of Texture Studies*, Trumbull, v.4, n.2, p.204, 1973.

- Cummings, J.H.; Macfarlane, G. T. Gastrointestinal effects of prebiotics. *Br. J. Nutr. Wallingford*, v. 87, n. 2, p. 145-151, maio, 2002.
- Di Pierro, P.; Sorrentino, A.; Mariniello, L.; Giosafatto, C.V.L. Chitosan/whey protein film as active coating to extend Ricotta cheese shelf-life. *Food Science and Technology*, v.44, p. 2324-2327, 2011
- Drake, M. A.; Herrett, W.; Boylston, T. D.; Swanson, B. G. Sensory evaluation of reduced fat cheeses. *J. Food Sci.*, v. 60, n. 5, p. 898-901, Sept 1995.
- El-nagar, Clowes, G. Et al. Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. *International Journal of Dairy Technology*, v.55, n2, p89-93, 2002.
- Flemming, J.S.; Brum, J.V.F.; Freitas, J.R.S.; Maiorka, A.; Piekarski, P.R.B.; Montanhini Neto, R.; Carvalho, A.; Dallagnol, E.M. Composição da forragem e os parâmetros de gordura do creme de leite e da manteiga. *Archives of Veterinary Science*, v. 9, n. 2, p. 31-34, 2004.
- Fox, P. F.; Mcsweeney, P. L. H. Dairy chemistry and biochemistry. London: *Blackie Academic & Professional*, 1998.
- Franck, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition*, v.87, n.2, p.287-291, 2002.
- Gibson, G.; Roberfroid, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *J. Nutr., Bethesda*, v.125, p.1401-1412, jun. 1995.
- Gunaserakan, S.; AK, M.M. Cheese texture. In: Gunaserakan, S.; AK, M.M. Cheese Rheology and texture. *CRC Press: Boca Raton*, p.229-329. 2003.
- Gutiérrez, R.B. Elaboración artesanal de quesos de oveja. 3ª. ed. Montevideo: Edinor, 1991, 174p.
- Guiné, R; Correira. P; Correira, A. Avaliação Comparativa de Queijos Portugueses de Cabra e Ovelha. *Millenium*, 49 (jun/dez). Pp. 111-130.
- 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, mayo, 2005.
- Hadjipanayiotou, M. Composition of ewe, goat and cow milk and colostrums of ewes and goats. *Small Ruminant Research*, Little Rock, v. 18, p. 255-262, 1995.
- Kim, Y.; Faqi, M.N.; Wang, S.S. Factors affecting gel formation of inulin. *Carbohydrate Polymers*, v.46, n.2, p.135-145, 2001.
- Maruyama, L. Y.; Cardarelli, H. R.; Buriti, F. C. A.; Saad, S. M. I. Textura instrumental de queijo petitsuisse potencialmente probiótico: influência de diferentes combinações de gomas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v.26, n.2, p.386-393, 2006.
- Mendonça, J. F.P.; Sá, C.V.C.; Carvalho, L.B.; Melo, C.B. Composição Físico-química do leite de ovelhas e principais fatores que interferem na sua qualidade. Revisão de literatura. *Ciência Veterinária. Tróp.*, Recife – PE, v. 13, n. 1/2/3, p.38-44, 2010.
- Meyer, d.; Bayarri, s.; Tárrega, a.; Costell, e. inulin as texture modifier in dairy products. food hydrocolloids, v. 25, p. 1881-1890, 2011.
- Mistry, V.V. Low fat cheese technology. *Int. Dairy J.*, Orlando, v. 11, p. 413-422, 2001.

- Montan, M. As fibras invisíveis. *Revista Brasil Alimentos*; v.4, n.19, 2003.
- Mughetti, L.; et al. Integration of extruded linseed into dairy sheep diets: Effects on milk composition and quality and sensorial properties of Pecorino cheese. *Animal Feed Science and Technology*, v. 178, n. 1-2, p. 27–39, nov. 2012.
- Neven, e. inulina e oligofrutose - ingredientes multifuncionais para o desenvolvimento de produtos lácteos. *revista leite e derivados*, v.11, n.6, 2001.
- Nudda, A.; et al. Feeding strategies to desing the fatty acid profile os shieep milk and cheese. *Revista Brasileira de Zootecnia Invited Review*. V. 43, n.8, p.445-456, agos.2014.
- Paseephol, T.; Small, D.M.; Sherkat, F. Rheology and texture of set yogurt as affected by inulin addition. *Journal of Texture Studies*, v.39, p.617-634, 2008.
- Pellegrini, L, G de; Gusso, A, P; Cassanego, D, B; Richards, N, S, P. S. Caracterização físico-química e perfil lipídico de queijos produzidos com leite ovino. *Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 68, n°.394, p.11-18, set/out, 2013.
- Pereira, D. B.; Silva, P. H. F.; Costa, J, L. C. G.; Oliveira, L. L. Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos. 2. ed. Juiz de Fora: Epamig, 2001. 234 p.
- Pereira, R.B. et al. Sensory and instrumental textural characteristics of acid milk gels. *International Dairy Journal*, v.13, n.8, p.655-667, 2003.
- Pinto, A. L. D.; Paiva, C. L. Developing a functional ready to bake dough for pies using the Quality Function Deployment (QFD) method. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 30, n. 1, pp. 36-43, 2010.
- Robinson, R. K. The potential of inulin as a functional ingredient. *Br. Food J.*, v.97, n.4, p.30-32, 1995.
- Saad, S.M.I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v.42, n.1, p.1-16, jan./mar. 2006.
- Santos, J. P. V.; Goulart, S. M.; Ramos, A. M. Influência da adição de inulina nas características físico-químicas e sensoriais do doce de leite cremoso. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 67, n. 388, p. 35-40, 2012.
- Sahan, N.; Yasar, K.; Hayaloglu, A. A.; Karaca, O. B.; Kaya, A. Influence of fat replacers on chemical composition, proteolysis, texture profiles, meltability and sensory properties of low-fat Kashar cheese. *J. Dairy Res.*, v. 75, n. 1, p. 1-7, Feb 2008.
- Silva, I. M. M. et al. Occurrence of *Listeria* ssp. in critical control points and the environment of Minas Frescal cheese processing. *International Journal of Food Microbiology*, v. 81, p. 241-248, 2003.
- Souza, C.; Buritl, F.; Behrens, J.; Saad, S. Sensory evaluation of probiotic Minas fresh cheese with *Lactobacillus acidophilus* added solely or in co- culture with a thermophilic starter culture. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 43, n. 5, p. 871-877, mai. 2008.
- Tunngland B. C.; Meyer, D. Nondigestible oligo and polysaccharides (dietary fibre): their physiology and role in human health and food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1, 73–92. 2002.
- Walstra, P.; Wouters, J. T. M.; Geurts, T. J. Dairy Science and Technology. 2 ed, Boca Raton: CRC Press. 2006.

Yazici, F.; Akgun, A. Effect of some protein based fat replacers on physical, chemical, textural and sensory properties of strained yoghurt. *Journal of Food Engineering*, v. 62, n. 3, p. 245-254, 2003.

CONCLUSÃO GERAL

Este trabalho avaliou as características físico-químicas e de textura dos queijos semi-desnatado com 5% de inulina, semi-desnatado sem inulina e controle (integral), produzidos com leite de ovelha. Observou-se entre os parâmetros físico-químicos que a adição de inulina na formulação Q1 não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) comparado a formulação Q2 e ao controle Q3 entre acidez, proteína, umidade e rendimento. Apenas apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre pH, gordura e cinzas. Na textura, entre todos os parâmetros analisados, apenas a formulação Q3 (controle) apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em relação a formulação Q1 e Q2 na análise de dureza (firmeza). A adição de inulina (5%) no queijo semi-desnatado, não apresentou efeitos esperados como substituto de gordura, principalmente na análise de textura (dureza) devido à sua baixa concentração. No entanto, por ser um trabalho inovador no desenvolvimento de produtos alimentícios, novos estudos com leite de ovelha e inulina são necessários.

ANEXO

ANEXO A