

GERUZA DIAS

**INFLUÊNCIA DO USO DE *Geotrichum candidum* NAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DO QUEIJO
TIPO CAMEMBERT**

**Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia
de Alimentos, para obtenção do título de
Magister Scientiae.**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

D541i
2007

Dias, Geruza, 1981-

Influência do uso de *Geotrichum candidum* nas características físico-químicas e sensoriais do queijo tipo Camembert / Geruza Dias. – Viçosa, MG, 2007. xi, 44f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Mauro Mansur Furtado.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 35-41.

1. Alimentos - Análise. 2. Queijo Camembert.
3. *Geotrichum candidum*. 4. Queijo - Indústria.
5. Queijo - Análise sensorial. 6. Alimentos -
Microbiologia. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22.ed. 664.06

GERUZA DIAS

INFLUÊNCIA DO USO DE *Geotrichum candidum* NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DO QUEIJO TIPO CEMEMBERT

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 14 de agosto de 2007.

**Prof. Antônio Fernandes de Carvalho
(Co-Orientador)**

Prof. Luiz Antônio Minín

Prof. Luiz Ronaldo de Abreu

Prof. Daise Aparecida Rossi

**Prof. Mauro Mansur Furtado
(Orientador)**

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre está comigo e me dá forças necessárias para conquistar todos os meus objetivos.

Aos meus pais, que sempre me incentivaram a seguir a carreira acadêmica.

Aos meus irmãos, Glauce e Aristides pelo apoio, amizade e compreensão durante este trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de continuar o aperfeiçoamento de meus estudos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Mauro Mansur Furtado, pela orientação e ensinamentos, que muito contribuíram com meu crescimento acadêmico.

Ao professor Antônio Fernandes de Carvalho pela co-orientação e amizade durante a execução do trabalho.

A professora Valéria Miním pela co-orientação e apoio durante a execução da parte sensorial do trabalho.

Ao professor Múcio Mansur Furtado, que teve participação fundamental no desenvolvimento deste projeto.

Aos professores Luiz Ronaldo de Abreu, Daise Rossi e Luiz Antônio Minín pela participação na banca e pelos conselhos dados.

A professora Edmar que colaborou de forma imensurável nas análises estatísticas deste trabalho.

Ao professor José Carlos Gomes, pelos conhecimentos e pela experiência transmitida.

Aos estudantes Guilherme, Tatiane, Karina e Larissa que muito me ajudaram na fabricação e análises laboratoriais.

Aos funcionários Pio, Dimas e Tiago que muito contribuíram com empréstimos de materiais e ajuda na utilização de equipamentos.

Ao funcionário Osvaldo, funcionário da FUNARBE, pela grande ajuda na fabricação do queijo Camembert.

Ao Laticínios FUNARBE, pela disponibilidade da indústria para fabricação dos queijos.

As amigas Camila, Suzana, Luana, Flávia pela amizade e convivência.

Ao amigos Mateus, Patrícia, Adenilson, Mirella e Alexandre pela força e trabalhos realizados juntos.

A Maria Helena Sampaio pelos valiosos conselhos e ajuda na avaliação dos queijos.

As amigas Roberta e Priscilla pela amizade e momentos de muita alegria que vivemos juntas.

Aos colegas de curso, pela caminhada em comum.

Aos funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos pela atenção e pelo apreço.

Enfim, a todos que, de algum modo, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

GERUZA DIAS, filha de Epaminondas Raimundo Dias e Maria das Graças Fialho Dias, nasceu em São Paulo, em 10 de março de 1981.

Em julho de 2005 graduou em Ciência e Tecnologia de Laticínios pela Universidade Federal de Viçosa.

Em agosto do mesmo ano ingressou no curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo geral.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1. Queijo Camembert.....	5
3.1.1. Histórico	5
3.1.2. Características	6
3.1.3. Maturação	8
3.1.3.1. Proteólise	9
3.1.3.2. Lipólise	11
3.2. <i>Geotrichum candidum</i>	12
3.2.1. Utilização do <i>Geotrichum candidum</i> em queijo tipo Camembert.....	13
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	16

4.1. Preparação do <i>Geotrichum candidum</i>	16
4.2 Produção do queijo tipo Camembert	17
4.3. Análises físico-químicas do leite pasteurizado	19
4.3.1. Determinação de acidez titulável, gordura, densidade e crioscopia.....	19
4.4. Análises físico-químicas do queijo tipo Camembert após um dia de fabricação	19
4.4.1. Determinação de gordura e sal.....	19
4.4.2. Determinação de proteína total.....	19
4.5. Análises físico-químicas do queijo tipo Camembert durante o período de maturação	19
4.5.1. Determinação do teor de umidade	20
4.5.2. Determinação do pH	20
4.5.3. Atividade de água.....	20
4.5.4. Determinação de nitrogênio total, nitrogênio solúvel em pH 4,6 e nitrogênio solúvel em TCA 12%	20
4.5.5. Determinação de extensão e profundidade de maturação.....	20
4.6. Delineamento experimental.....	21
4.7. Avaliação sensorial.....	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5.1. Análises do leite pasteurizado utilizado na fabricação dos queijos.....	23
5.2. Análises físico-químicas do queijo tipo Camembert após um dia de fabricação.....	24
5.2.1. Gordura	24
5.2.2. Sal	25
5.2.3 Proteína total	25
5.3. Avaliação físico-química durante o período de maturação.....	25
5.3.1. Umidade	26
5.3.2. pH.....	27
5.3.3. Atividade de água.....	29
5.3.4. Nitrogênio solúvel a pH 4,6 (Índice de extensão de maturação)	30

5.3.5. Nitrogênio solúvel em TCA 12% (Índice de profundidade de maturação)	31
5.4. Análise Sensorial	33
6. CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	35
APÊNDICES	42

RESUMO

DIAS, Geruza, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2007. **Influência do uso de *Geotrichum candidum* nas características físico-químicas e sensoriais do queijo tipo Camembert.** Orientador: Mauro Mansur Furtado. Co-Orientadores: Antônio Fernandes de Carvalho e Valéria Paula Rodrigues Minin.

O *Geotrichum candidum* foi utilizado na fabricação do queijo tipo Camembert, a fim de melhorar o sabor e aroma do queijo, sendo também avaliadas suas características físico-químicas e sensorial. Foram realizados quatro tratamentos: um controle (C) - sem adição de *Geotrichum candidum*; e três tratamentos (T1, T2, T3) - com concentrações diferentes de *Geotrichum candidum*, com três repetições para cada tratamento. Os queijos foram avaliados após 1, 9, 17, 25, 33 e 41 dias de fabricação, para determinação de acidez, pH, proteína total, nitrogênio solúvel a pH 4,6 (extensão de maturação), nitrogênio solúvel em TCA 12% (profundidade de maturação), umidade, gordura e sal. Foi realizada análise sensorial aos 30 dias de maturação. O queijo tipo Camembert obtido com a utilização de *Geotrichum candidum* não diferiu ($P > 0,05$) do controle, nas análises físico-químicas dos tratamentos, mas diferiu ($P < 0,05$) em todas as análises

quanto ao tempo de maturação. Observa-se que, no período de 41 dias de maturação, houve uma evolução normal do pH dos queijos. Todas as médias dos valores de pH, após 41 dias de maturação, estão próximas de 7,0, demonstrando que em todos os tratamentos observou-se uma boa capacidade proteolítica. Observou-se uma diminuição ($P < 0,05$) da A_w , durante todo o período de maturação do queijo, para os diferentes tratamentos. O índice de maturação e a profundidade de proteólise aumentaram no decorrer do tempo, para todos os tratamentos. A análise sensorial demonstrou que não houve diferença significativa entre as médias do tratamento 2 e tratamento 3, ficando entre “gostei muito” e “gostei extremamente” na escala hedônica. O tratamento 3 obteve uma média superior ($p < 0,05$) ao tratamento um e ao controle, demonstrando que houve contribuição do *Geotrichum candidum* na aceitação do queijo. As médias do tratamento um, 2 e o controle não diferiram ao nível de 5% de probabilidade, ficando entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Observou-se que com o aumento na concentração do *Geotrichum candidum* houve aumento na média de aceitação dos provadores, que variou na escala hedônica entre “gostei moderadamente” a “gostei extremamente”. Com os dados obtidos conclui-se que a utilização do *Geotrichum candidum* na fabricação do queijo tipo Camembert é mais uma alternativa disponível às indústrias de queijo e que estudos adicionais de compostos, produzidos pelo microrganismo na maturação do queijo, são necessários para facilitar inovação e melhoramento do produto.

ABSTRACT

DIAS, Geruza, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, August 2007. **Influence of *Geotrichum candidum* on the chemic-physical and sensorial characteristics of the Camembert-type cheese.** Adviser: Mauro Mansur Furtado. Co-advisers: Antônio Fernandes de Carvalho and Valéria Paula Rodrigues Minin.

In the technology of the Camembert-type cheese production, the *Geotrichum candidum* was used to improve this cheese flavor and aroma, and its chemic-physical characteristics were evaluated. Four treatments were accomplished: one control (C) – without addition of *Geotrichum candidum*; and three (T1, T2, T3) – at different *Geotrichum candidum* concentrations with three replicates for each treatment. At 1, 9, 17, 25, 33 and 41 days after production, the cheeses were evaluated for determination of the acidity, pH, total protein, soluble nitrogen at pH 4.6 (maturation extension), and soluble nitrogen in 12% TCA (maturation depth), moisture, fat and salt. After 30-day under maturation, the Camembert-type cheese with *Geotrichum candidum* did not differ ($P>0.05$) from the control in the chemic- physical analyses among the treatments, but differed ($P<0.05$) for the maturation type in all analyses. Besides, an evolution in the cheese pH occurred during 41-days maturation period. After that time, all average pH values are near 7.0, therefore showing a satisfactory proteolytic capacity in all treatments. A decrease in A_w ($P<0.05$) was observed throughout the cheese

maturation period in all treatments. The maturation index and the proteolysis depth were increased with the time, for all treatments. The sensorial analysis showed no significant difference between the averages of the treatments 2 and 3, as remaining between “I liked very much” and “ I liked too much” in the Hedonic scale. The treatment 3 reached a higher average ($p < 0.05$) relative to either treatment one and the control, as showing the *Geotrichum candidum* to contribute for the acceptance of the cheese. The averages of the treatments 1, 2 and the control did not differ at 5% probability level, as remaining between “I liked moderately” and “I liked very much”. As the concentration of the *Geotrichum candidum* increased, the provers’ acceptance average also increased, as varying from “ I liked moderately” to “ I liked too much” in the Hedonic scale. According to the data, the following conclusions were drawn: the use of the *Geotrichum candidum* in production of the Camembert-type cheese is one more alternative for dairy industries; and further study of the compounds produced by this microorganism during maturation of the cheese is necessary to facilitate the innovation and improvement of this product.

1. INTRODUÇÃO

O queijo Camembert é de origem francesa, sendo fabricado pela primeira vez, artesanalmente em 1791. Produzido em diversos países, é considerado um dos queijos mais famosos do mundo. Caracteriza-se pelo crescimento externo do mofo branco *Penicillium candidum* e apresenta massa mole, com sabor e aroma pronunciados (FURTADO, 2003).

Na França, país berço do Camembert e de outros queijos maturados por fungos, é bastante comum a utilização de outros cultivos à base de fungos e leveduras. Estes são cultivos que, além de propiciar sabor e aroma distintos ao Camembert, modificam o meio, favorecendo e ao mesmo tempo controlando o crescimento do *Penicillium candidum*. Os microrganismos mais utilizados são o *Geotrichum candidum* e algumas leveduras das espécies *Kluyveromyces*, *Cândida* ou *Debaryomyces* (FURTADO, 2003).

Segundo Drake (1996), culturas adjuntas podem melhorar ou acelerar o desenvolvimento do sabor dos queijos, por meio do aumento da proteólise secundária. Em geral, a adição destas culturas resulta um aumento da atividade aminopeptidase, que é responsável pela redução do gosto amargo e pelo

aumento na concentração de peptídeos de sabor desejável e precursores de sabores.

Geotrichum candidum possui muitos caminhos metabólicos diferentes, que são de interesse particular à indústria de laticínios, contribuindo diretamente para maturação e formação de sabor nos queijos. Devido seus diversos metabólitos, este microrganismo realiza papel importante no processo de maturação de muitos queijos macios e semi-duros, podendo apresentar uma contribuição positiva ao desenvolvimento de sabor e aroma (BOUTRON e GUEGUEN, 2005).

Segundo Molimard et al. (1997), *Geotrichum candidum* é um importante componente presente na microbiota de queijos macios como Camembert e queijos de leite de ovelha fabricados com leite cru. Entretanto, este microrganismo raramente é encontrado em queijos de leite pasteurizado (WELTHAGEN e VILJOEN, 1999). Desta forma, julga-se interessante o uso deste microrganismo em fabricações a partir de leite pasteurizado, para obtenção de queijos com propriedades sensoriais semelhantes àqueles fabricados com leite cru (MOURGUES et al., 1983).

Segundo Boutron e Gueguen (2005), estudos adicionais de interações com leveduras e bactérias na fabricação e maturação de queijo são necessários a fim de facilitar a inovação e melhoramento de produtos. Portanto, no presente trabalho, *Geotrichum candidum* foi utilizado na fabricação do queijo tipo Camembert, visando melhorar seu sabor e aroma.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Verificar a influência de *Geotrichum candidum* no sabor e aroma e no controle do crescimento do fungo filamentosso *Penicillium candidum*.

2.2. Objetivos específicos

1. Avaliar a influência de *Geotrichum candidum* no índice de extensão e índice de profundidade de maturação, com o tempo de estocagem do queijo tipo Camembert.

2. Comparar as características físico-químicas de umidade, pH e atividade de água durante o período de maturação do queijo tipo Camembert fabricado com *Geotrichum candidum* com o queijo tipo Camembert controle, sem adição do *Geotrichum candidum*;

3. Analisar as características físico-químicas de gordura, teor de sal e proteína total do queijo tipo Camembert, após um dia de fabricação.

4. Avaliar as implicações decorrentes da adição do *Geotrichum candidum* nas características sensoriais, por meio de teste de aceitação pelos consumidores.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Queijo Camembert

3.1.1. Histórico

O queijo Camembert é de origem francesa e foi fabricado, artesanalmente, pela primeira vez por Marie Harel em 1791, no vilarejo de Camembert, Normandia. Hoje é um dos queijos mais famosos do mundo, sendo produzido em diversos países (FURTADO, 2003).

Segundo Kosikowski (1982), fabricações de Camembert em escala industrial na América começaram aproximadamente em 1900, mediante esforços em pesquisas básicas.

A denominação Camembert caiu no domínio público e tornou-se impossível uma proteção adequada, como ocorria para outros queijos como o Roquefort, Pecorino, Gorgonzola, etc. Assim, fabrica-se queijo Camembert no mundo inteiro. Na França, entretanto, criaram-se leis visando proteger, pelo menos, o tradicional Camembert produzido na Normandia. O Camembert recebe a proteção do rótulo

“Veritable Camembert de Normandie” por decisão em 12 de abril de 1968, com homologação sob o nº 002-68. Esta definição precisa bem: o queijo revestido pelo selo dos fabricantes do “Veritable Camembert de Normandie” é um Camembert conforme prescrito pelo decreto nº 531.048, de 26 de outubro de 1953 e que possui, no mínimo, 45% de gordura no extrato seco e um mínimo de 115 gramas de extrato seco total em cada queijo (FURTADO, 2003).

3.1.2. Características

Na França, o Camembert é definido, peculiarmente, como um queijo de 10,5 a 11 cm de diâmetro, massa mole, com mofos superficiais (FURTADO, 2003).

O queijo caracteriza-se pelo crescimento externo do mofo branco *Penicillium candidum*, que se apresenta como um manto aveludado. Dependendo do estado de maturação, pode se observar uma camada, entre o centro e a periferia, de coloração mais amarelada e consistência mais untuosa (porção proteolizada). O queijo pode apresentar uma porção central, de coloração esbranquiçada (sem proteólise) e ligeiramente mais firme. Estas características podem ser observadas, por exemplo, num bom Camembert, três semanas após a sua elaboração (FURTADO, 2003). Nestas condições, o queijo tem uma composição média apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 - Características físico-químicas do queijo Camembert

Gordura	23,0%
Umidade	50,0 – 51,0%
GES	48,4%
Proteínas	18,5%
pH da superfície	7,0
pH do interior	6,0
Sal	2,5%
Sal na umidade	4,5%
N solúvel / N total	4,0%

Fonte: FURTADO, 2003

A massa do Camembert é, tipicamente, desmineralizada e este é um dos fatores essenciais no processo. Para se conseguir o grau de desmineralização compatível com a textura e corpo do queijo, na França recomenda-se que o leite seja pré-maturado com fermentos lácticos mesofílicos acidificantes (*Lactococcus lactis subsp. lactis* e *Lactococcus lactis subsp. cremoris*), a 20 °C – 32 °C, durante longo período até atingir 21 °D – 23°D. A pré-maturação é importante, pois, não só inicia a solubilização do cálcio como também permite diminuir a dose de coalho empregada e, conseqüentemente, o sabor amargo (FURTADO, 2003).

A presença de microbiota na superfície de queijos maturados por fungos proporciona uma aparência específica a esses queijos e produz um aroma e sabor típico, principalmente em razão da atividade lipolítica e proteolítica (BOUTROU, 2006). Segundo Walstra e Fenness (1987), o aroma do queijo Camembert é devido em parte, à presença do mofo branco (*P. candidum*) que cresce em sua superfície.

O tradicional Camembert da Normandia apresenta um sabor muito típico devido ao uso de leite cru. Quando fabricado com leite pasteurizado, é comum o

uso de cultivos complementares de fungos filamentosos e leveduras (*Geotrichum candidum* e outras), pois, sendo proteolíticos e lipolíticos, aromatizam o queijo (FURTADO, 2003).

Segundo Furtado (2003), um bom queijo Camembert, devidamente maturado, deve apresentar as seguintes características:

- ✓ Massa elástica, flexível e longa, que não esteja escorrendo, bem homogênea e coloração amarelo – creme na região curada. A massa não pode ser seca, dura ou quebradiça, nem se apresentar em camadas ou escorrendo (liquefeita). Não deve apresentar buracos, provenientes de fermentação ou mesmo mecânicos e, preferencialmente, não deve conter o “coração” branco, o que indica maturação incompleta para os grandes apreciadores. A casca deve ser fina, branca ou ligeiramente rosada, sem excesso de fungos.
- ✓ O sabor deve ser agradável, “doce” com gosto ligeiramente salgado. Não deve ser picante, salgado demais, pútrido ou amoniacal, muito menos râncido ou saponificado.

3.1.3. Maturação

Durante a maturação, ocorrem várias alterações bioquímicas nos principais constituintes dos queijos (proteína, lipídeos e lactose residual). Entre os compostos isolados dos queijos maturados, incluem-se: peptídeos, aminoácidos, aminas, ácidos, tióis, tioésteres, ácidos graxos, metilcetonas, lactonas, ácidos orgânicos, dióxido de carbono e álcoois. Estes compostos são responsáveis por características de sabor e aroma dos queijos (FOX, 1991).

A maturação dos queijos corresponde à fase de transformação física, química e microbiológica, que se processam tanto na periferia como no interior da massa, sob a ação de enzimas lipolíticas e proteolíticas, a maior parte de origem

microbiana, sendo um fenômeno bastante complexo, pois, varia de queijo para queijo (PERRY, 2004).

Os principais fenômenos bioquímicos, que ocorrem durante a maturação dos queijos, são a proteólise e lipólise (MARTINS, 2006).

3.1.3.1. Proteólise

Segundo Lawrence et al. (1987), a proteólise é caracterizada por duas fases. A primeira ocorre devido à ação das enzimas do coalho e das proteases naturais do leite, no qual as caseínas são hidrolisadas, com formação de polipeptídios e peptídeos de médio a grande peso molecular. Em seguida, devido à ação de proteinases e peptidases da cultura lática empregada, estes compostos são degradados a peptídeos menores, aminoácidos e outras substâncias nitrogenadas de menor peso molecular.

Devido à intensa proteólise, ocorre uma grande mudança na textura do queijo Camembert durante a maturação, tendo como resultado um aumento no pH, de 4,7 para uma faixa de 6,5 – 7,5, resultado do metabolismo do ácido láctico com produção de NH_3 e na difusão do cálcio para a superfície do queijo (sendo esta a resposta para o aumento do pH na superfície). A extensão da proteólise é relativamente limitada, aproximadamente 20% do nitrogênio total está solúvel a pH 4,6 no queijo Camembert (KHIDR, 1995).

No início da maturação do queijo Camembert, o fungo filamentosso *P. candidum* (e também *Geotrichum candidum*) consome a lactose, lactato e ácido láctico presentes na massa e inicia o seu processo de neutralização. No início da maturação, algumas leveduras (*Torula sp.*) também crescem na superfície e produzem pequenas quantidades de etanol, que reage com ácido acético (de outras fermentações) formando acetato de etila, o qual confere um aroma típico de frutas, eventualmente nesta fase. Aproximadamente entre 6-7 dias, o *P. candidum* terá dominado a microbiota de leveduras e *Geotrichum candidum*, instalando-se definitivamente na superfície. Ao final da maturação, é freqüente o crescimento de

Brevibacterium linens, cujo desenvolvimento é favorecido pela neutralização da massa (FURTADO, 2003).

Em relação aos fenômenos proteolíticos que acontecem ao longo da maturação do queijo, podem-se estabelecer as seguintes diferenciações: a proteólise primária, que compreende as reações responsáveis pela formação de peptídeos de peso molecular intermediário ou alto a partir da caseína, influenciando o desenvolvimento da textura (ROSENBERG et al., 1995); e a proteólise secundária, em que intervem as proteases microbianas, originando peptídeos de cadeia curta e aminoácidos, a partir dos quais se formam substâncias aromáticas voláteis e não voláteis (RANK, et al., 1985).

O método clássico para determinar o grau de proteólise no queijo baseia-se na determinação das frações nitrogenadas, como o nitrogênio solúvel e o nitrogênio não protéico. Estas frações são determinadas, durante o processo de maturação de vários tipos de queijos, a fim de verificar a intensidade de solubilidade da caseína durante a maturação, mediante o estudo do fracionamento do nitrogênio (PARDO et al., 1996)

As frações nitrogenadas surgem através da degradação das proteínas e são classificadas em função da precipitação em pH 4,6, considerando-se o nitrogênio solúvel (NS), e em ácido tricloroacético a 12%, considerando-se o nitrogênio não protéico (NNP). Com Base nessa decomposição das frações nitrogenadas do queijo, pode-se determinar o grau de extensão e profundidade de maturação de queijo (LEONOR, 1963). Essas frações nitrogenadas são características fundamentais para analisar a proteólise da caseína, em termos de índice de maturação (WOLFSCHOON-POMBO e LIMA, 1989).

Quando se toca a superfície de um Camembert com os dedos, sente-se a casca ligeiramente firme e debaixo dela, percebe-se um corpo macio, untuoso, uma característica que se acentua durante a maturação. Normalmente, considera-se o Camembert como completamente curado, após 30 a 40 dias de maturação (FURTADO, 2003).

3.1.3.2. Lipólise

A lipólise é caracterizada pela hidrólise dos triacilgliceróis, causada por enzimas (lipases), que podem ser provenientes do próprio leite, dos microrganismos endógenos, do fermento adicionado ou, ainda, de preparações enzimáticas usadas durante a fabricação, gerando, como principais produtos, os ácidos graxos voláteis de cadeia curta incluindo o butanóico, hexanóico, octanóico e decanóico (ROBINSON, 1987).

Segundo Furtado (2003), durante a maturação, o fungo produz proteases e lipases, enzimas essenciais à formação da consistência, sabor e aroma de queijos maturados por fungos. O mecanismo da lipólise é fundamental para o desenvolvimento do sabor e aroma típico deste queijo. As principais cetonas formadas seriam 2-pentanona, 2-heptanona e 2-nonanona. Em certas circunstâncias, estes compostos cetônicos poderiam ainda ser reduzidos a álcoois secundários. O mecanismo de formação de sabor e aroma é complexo, mas pode ser resumido em três etapas principais:

1. No triacilglicerol, ocorre inicialmente a hidrólise da ligação éster entre o glicerol (um tri-álcool) e os ácidos graxos; liberando-os;
2. Oxidação de ácidos graxos; e
3. Descarboxilação do ácido graxo (libera CO₂) e formação de metilcetonas (sabor e aroma pronunciados).

Dependendo da estrutura, os ácidos graxos livres (saturados ou insaturados, cadeia curta ou longa) são convertidos em outros componentes por meio de reações diversas (oxidação, descarboxilação, saponificação) como aldeídos, cetonas, peróxidos e outros, que conferirão sabor e aroma típicos de queijo maturado (KARDEL et al., 1995).

No queijo Camembert, o *Penicillium candidum* possui um sistema lipolítico muito forte, produzindo uma lipase exocelular ativa na faixa de pH de 3,5 a 11,5,

com o ideal em torno de 8,5. Estas lípases atacam a ligação éster dos triacilgliceróis, liberando ácidos graxos, que conferem sabor e aroma ao queijo (FURTADO, 2003). O *Geotrichum candidum*, que se desenvolve no início da maturação, também pode contribuir para a hidrólise dos trigliceróis, assegurando, sobretudo, a liberação de ácido oléico (ECK, 1987).

3.2. *Geotrichum candidum*

No contexto da taxonomia, ocorre uma considerável variação morfológica entre as cepas do *Geotrichum candidum*. Três morfologias básicas foram descritas: cepas cujas colônias possuem apresentação semelhante àquelas de leveduras, que produzem esporos em abundância e, geralmente, baixa atividade proteolítica; cepas cujas colônias são brancas e assemelham-se a colônias de fungos filamentosos, com predominância de hifas e alta atividade proteolítica; e aquelas que têm características intermediárias (GUÉGUEN e SCHIMIDT, 1992).

Geotrichum candidum é encontrado em vários habitats como solo, silagem, plantas, frutas, homens e outros mamíferos (BARNETT et al., 1990) estando também naturalmente presente em leite cru (DESMASURES et al., 1997).

Sua temperatura ótima de crescimento é 25°C, tendo uma temperatura máxima na faixa de 30 °C – 35°C e mínima entre 2°C e 4°C, sendo inativado a 55°C. O pH ideal de crescimento do *Geotrichum candidum* está na faixa de 6,0 a 7,0, sendo o mínimo 4,6. É aeróbico, muito sensível ao sal, pois cerca de 5% de sal (na água do queijo) o inibe completamente. Em Aw de 0,992, cresce 100%, enquanto em Aw de 0,975 cresce somente 47% e em Aw 0,947 é totalmente inibido (FURTADO, 2003).

A espécie não fermenta qualquer açúcar. Utiliza, por via oxidativa, o glicerol, D- xilose, galactose, glucose, fructose, manose, sorbose, esculina, manitol e sorbitol. O ácido láctico constitui uma boa fonte de carbono, enquanto a lactose, é raramente assimilada. Preferencialmente, utiliza o nitrogênio orgânico e o sulfato,

e desamina intensamente o triptofano, a leucina, a metionina e a fenilalanina (ECK, 1987).

3.2.1. Utilização do *Geotrichum candidum* em queijo tipo Camembert

Em queijo Camembert, *G. candidum* cresce mais rapidamente que *Penicillium candidum* e aparece primeiro. Consome o lactato e eleva um pouco o pH na casca do queijo, controlando o crescimento de *Penicillium candidum* e evitando uma ação muito forte de sua protease ácida (que poderia amargar o Camembert). Limita e modera o crescimento do *Penicillium candidum*, mantendo sua camada mais fina e mais regular. Assim, há menos chance de um crescimento excessivo do fungo e o queijo apresenta um aroma mais neutro e menos amoniacal, bem como menor propensão ao defeito da liquefação debaixo da casca (FURTADO, 2003).

Segundo Walstra et. al, (2001), em pouco tempo o *Penicillium candidum* sobrepassa o *G. candidum*, pois, o primeiro é menos sensível à temperatura e ao sal. Um crescimento limitado de *G. candidum* pode melhorar as características organolépticas dos queijos maturados por *Penicillium candidum* porque, por exemplo, produz menos gosto amargo. No entanto, quando o crescimento do *G. candidum* é excessivo, este interfere no desenvolvimento do *Penicillium candidum*, originando defeitos como uma superfície enrugada e pouco sabor.

Alguns componentes voláteis produzidos pelo *G. candidum* são capazes de inibir a germinação de esporos de vários fungos filamentosos (LAW,1997). Segundo ECK (1987), sua aplicação no queijo Camembert em quantidades razoáveis contribui para melhorar as qualidades organolépticas do queijo, podendo reduzir os riscos de defeitos como “pelo de gato”, pois, certas estirpes de *G. candidum* têm ação inibidora sobre o crescimento e a esporulação dos *Mucor*.

Geotrichum candidum possui uma forte atividade aminopeptidásica, a qual favorece a diminuição do sabor amargo no Camembert. Sendo lipolítico, produz ácido graxo livre de cadeia curta, o que confere mais aroma ao queijo (FURTADO, 2003).

Este fungo sintetiza duas lípases extracelulares com um pH ótimo de 6,5. Estas duas lípases apresentam propriedades similares e a seqüência de nucleotídeos dos genes compartilha 86% de homologia. Entretanto, elas têm diferentes especificidades: Lípase I apresenta uma atividade específica mais alta de cadeia longa de ácidos graxos insaturados (o que explica o alto conteúdo de ácidos oléicos em Camembert), enquanto a Lípase II libera ácidos graxos de cadeia média saturados na posição (C8, C10, C12 e C14) (LAW, 1997).

Enzimas proteolíticas são produzidas com determinadas variações, dependendo da cepa de *G. candidum* envolvida. Dois subgrupos foram distinguidos dentre 30 cepas isoladas de diferentes variedades de queijos (GUEGUEN e LEONOR, 1975). O primeiro (3/4 das cepas) é caracterizado por baixa atividade proteolítica extracelular, em contraste com o segundo grupo, que é caracterizado por forte atividade proteolítica extracelular. Estas diferenças justificam a seleção de algumas cepas para uso em fabricações de queijos. A classificação de cepas do *G. candidum* de acordo com suas origens mostra que a maioria daquelas isoladas de queijos macios possuem maior crescimento e atividade proteolítica do que aquelas isoladas de queijos duros (BOUTROU e GUEGUEN, 2005).

Geotrichum candidum coloniza quase toda superfície dos queijos no início da maturação (BERGER et al., 1999). Em alguns queijos, como St. Marcellin, este microrganismo é responsável pelo aparecimento de uma superfície aveludada no queijo, dando uma aparência uniforme (GUEGUEN e SCHMIDT, 1992). Em queijos macios como Camembert e em queijos semi-duros como St. Nectaire e Reblochon, os atributos bioquímicos do *Geotrichum candidum* têm um impacto durante o processo de maturação. A presença do *Geotrichum candidum*, que predomina na casca do queijo, ajuda a determinar a textura do queijo e densidade da casca (MARCELLINO et al., 2001). Segundo Wyder (1998), *Geotrichum candidum* contribui para o aroma de queijos maturados, como Brie e o tradicional Camembert.

Geotrichum candidum intervem na degradação das proteínas e da matéria gorda. A aptidão para a proteólise é muito semelhante à do *Penicillium candidum* (GUEGUEN e LEONOR, 1975). O sistema exocelular, com pH ótimo de 5,5 - 6, parece ser constituído por duas endopeptidases aptas a manifestar sua ação em queijos (GUEGUEN e LEONOR, 1976). Foi evidenciada uma atividade endopeptidásica endocelular, induzida por peptonas, ótima durante a fase estacionária do crescimento do fungo. Este também apresenta uma atividade exo e endocelular. A espécie produz uma lipase extracelular cuja atividade, máxima na faixa de pH 5,6 a 7, apresenta uma especificidade muito nítida sobre o ácido oléico e outros ácidos graxos insaturados, ácido palmitoléico, linoleico e linolênico (ECK, 1987). Algumas espécies são capazes de diminuir o gosto amargo e reforçar, notavelmente, o aroma e o sabor dos queijos Camembert (MOURGUES et. al., 1983).

4. MATERIAL E MÉTODOS

As fabricações e análises dos queijos tipo Camembert foram realizadas na Usina Piloto de Laticínios FUNARBE e no Laboratório de Leite e Derivados do Departamento de Tecnologia de Alimentos, respectivamente, situados no campus da Universidade Federal de Viçosa.

4.1. Preparação do *Geotrichum candidum*

O *Geotrichum candidum* foi fornecido pela Chr. Hanser's, com código GEO CD1, recomendado para produção de queijos mofados, tipo Camembert.

A embalagem era composta por 10U correspondendo a 30 mL de solução e foi armazenada a temperatura de menos 4°C. Utilizaram-se três dosagens (0,5 U, 1U e 1,5U) para os tratamentos, as quais foram medidas em pitetas automáticas esterilizadas em meio estéril e, posteriormente, adicionadas ao leite pasteurizado e fermentado a 21°D para fabricação do queijo Camembert.

4.2 Produção do queijo tipo Camembert

O queijo tipo Camembert foi fabricado de acordo com a metodologia sugerida por FURTADO (2003), representada de forma resumida no fluxograma (Figura 1). Na fabricação dos queijos, foram utilizados quatro tratamentos, sendo três formulações com teores diferentes de *Geotrichum candidum* e uma formulação controle sem adição de *Geotrichum candidum*. Cada formulação foi fabricada em condições iguais e repetida três vezes ao longo do projeto. Os queijos foram maturados durante um período de 41 dias, sendo as análises realizadas nos dias 1, 9, 17, 25, 33 e 41 após sua fabricação.

O leite foi padronizado quanto ao teor de gordura (3,0%) e submetido à pasteurização lenta (65°C/30 minutos). Após a pasteurização do leite, ocorreu a fermentação e, em seguida, a adição de *G. candidum*, com exceção do queijo controle. Utilizou-se um fermento láctico composto de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* a 1%.

Em seguida, foram adicionados o cloreto de cálcio e coalho, permitindo-se a coagulação e, posteriormente, realizando-se o corte, mexedura, enformagem, acidificação da massa e salga. Os queijos foram salgados em salmoura com 20% de sal e acidificada com ácido clorídrico a um pH próximo ao do queijo, na faixa de 4,7-4,8. O tempo de salga foi de 50 minutos para todos os tratamentos. Logo após a saída da salmoura, os queijos foram submetidos à aplicação de *Penicillium candidum*. Após o crescimento do fungo (7 dias após fabricação), os queijos foram embalados em papel de alumínio e mantidos à temperatura de 6°C até completa maturação.

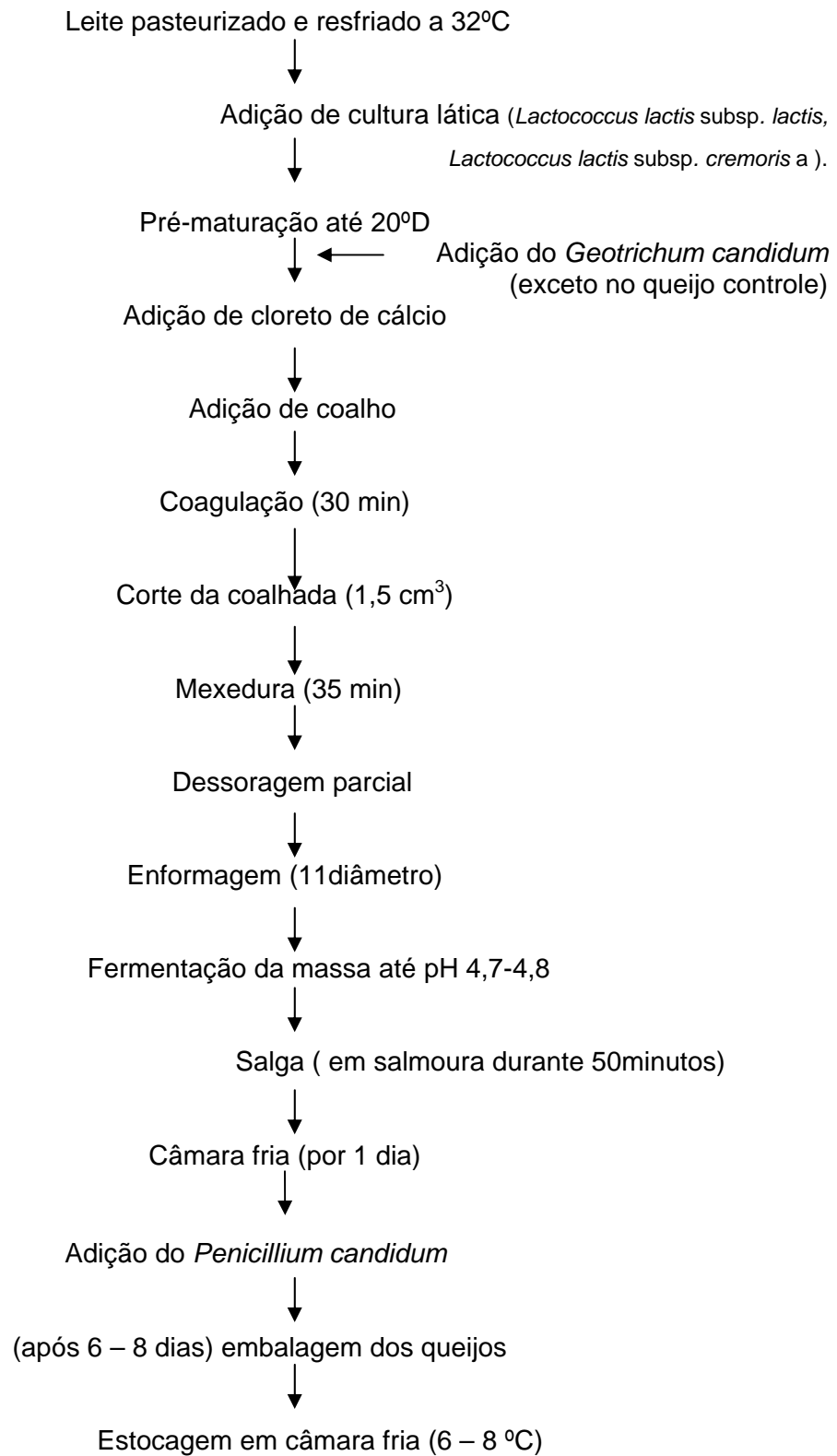


Figura 1 - Fluxograma da fabricação do queijo Camembert.

4.3. Análises físico-químicas do leite pasteurizado

4.3.1. Determinação de acidez titulável, gordura, densidade e crioscopia

Para determinação da acidez titulável, gordura, densidade e crioscopia do leite destinado à fabricação do queijo tipo Camembert, foram utilizados os métodos oficiais, descritos na Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006.

4.4. Análises físico-químicas do queijo tipo Camembert após um dia de fabricação

4.4.1. Determinação de gordura e sal

Para a determinação da gordura e sal, foram utilizados os métodos oficiais, descritos na Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006.

4.4.2. Determinação de proteína total

A proteína total (PT) foi determinada, indiretamente, multiplicando-se o percentual de nitrogênio total (NT) pelo fator 6,38, indicado para proteína derivada de leite (SILVA e QUEIROZ, 2005): $PT=NT \times 6,38$

4.5. Análises físico-químicas do queijo tipo Camembert durante o período de maturação

4.5.1. Determinação do teor de umidade

Para determinação do teor de umidade dos queijos, adotou-se o procedimento gravimétrico em estufa a 105°C, conforme descrito em INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION STANDART 4A (1982).

4.5.2. Determinação do pH

Para a determinação do pH dos queijos, aplicou-se o método potenciométrico, de acordo com Kosikowski (1977), utilizando pH-metro da marca Hanna Instruments, modelo HI 8314, equipado com eletrodo combinado de vidro, modelo V.627-C.

4.5.3. Atividade de água

A determinação da A_w foi realizada, utilizando-se medidor digital Aqualab modelo CX2T – Decagon Devices.

4.5.4. Determinação de nitrogênio total, nitrogênio solúvel em pH 4,6 e nitrogênio solúvel em TCA 12%

O nitrogênio total, nitrogênio solúvel em pH 4,6 e nitrogênio solúvel em TCA 12% foram determinados pelo método Kjeldhal, segundo a técnica descrita pela International Dairy Federation 20b (IDF-FIL, 1982).

4.5.5. Determinação de extensão de maturação e profundidade de maturação

A extensão de maturação (EM) foi calculada indiretamente por meio da razão entre a percentagem de nitrogênio solúvel em pH 4,6 (NS pH 4,6) e nitrogênio total (NT), multiplicando-se o resultado por 100 (WOLFSCHOON-POMBO, 1983): $EM = (NS \text{ pH}4,6 / NT) \times 100$.

A profundidade de maturação (PM) também foi quantificada indiretamente, por meio da razão entre a percentagem de nitrogênio solúvel em TCA 12% (NS TCA 12%) e nitrogênio total (NT), multiplicando-se o resultado por 100 (WOLFSCHOON-POMBO, 1983): $PM = (NS \text{ TCA } 12\% / NT) \times 100$.

4.6. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas, tendo nas parcelas quatro tratamentos ((tratamento controle, (sem adição do *Geotrichum candidum*) e tratamentos 1, 2 e 3 (0,5U, 1,0U e 1,5U de *Geotrichum candidum*, respectivamente)) e na subparcela os níveis do período de maturação (1, 9, 17, 25, 33, 41 dias) após fabricação.

Para cada um dos quatro tratamentos, foram executadas três fabricações (repetições) do queijo tipo Camembert.

Cada unidade experimental foi representada por um tanque de fabricação de queijo, sendo todas as análises realizadas em duplicatas. Os resultados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa SAS (*Statistical Analysis System*), versão 9.1, licenciado para Universidade Federal de Viçosa.

4.7. Avaliação sensorial

A análise sensorial consistiu em submeter, simultaneamente, quatro amostras, sendo uma do queijo tipo Camembert (controle) e as outras do queijo com diferentes concentrações do *Geotrichum candidum*, a um painel de 30 provadores (12 mulheres e 18 homens na faixa etária de 21 – 55 anos) cuja seleção baseou-se no hábito de consumo do queijo tipo Camembert.

Os queijos foram submetidos ao teste de aceitação, 30 dias após a fabricação, no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos.

Apresentou-se aos provadores, em cabines individuais, as amostras contendo aproximadamente 30 g de queijo de cada tratamento, devidamente codificadas. Solicitou-se aos provadores que marcassem em folha (MINIÑ, 2006) apropriada a resposta que melhor reflita seu julgamento em relação à aceitação do produto. As folhas contendo as respostas foram organizadas e a classificação dos julgadores foi transformada em valores numéricos, para análise dos resultados (CHAVES e SPROESSER, 1996).

Os resultados foram submetidos ao delineamento em blocos casualizados (DBC), utilizando-se o programa SAS (*Statistical Analysis System*) versão 9.1, licenciado para Universidade Federal de Viçosa. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análises do leite pasteurizado utilizado na fabricação dos queijos

O leite pasteurizado utilizado na fabricação dos queijos tipo Camembert apresentou composição físico-química dentro da faixa considerada normal (Quadro 2) de acordo com PINHEIRO e MOSQUIM (1991), não apresentando variações entre as produções.

Quadro 2 - Valores médios e desvio-padrão da composição físico-química do leite pasteurizado, empregado na fabricação do queijo tipo Camembert

Análises	Controle	T1	T2	T3
Acidez (%)*	0,15 (0,5775)	0,15 (0,5775)	0,15 (0,5775)	0,15 (0,5775)
Densidade (g/L)	1,0313(0,0006)	1,0313(0,0006)	1,0313(0,0006)	1,0313(0,0006)
Gordura (%)	3,07(0,0577)	3,07(0,0577)	3,07(0,1155)	3,07(0,1155)
Crioscopia (°H)	-0,533(0,0040)	-0,533(0,0040)	-0,536(0,0060)	-0,536(0,0060)

Dados de 3 repetições

* Porcentagem de ácido láctico

A média do teor de gordura do leite para fabricação do queijo tipo Camembert apresentou-se na faixa de 3,0%. Segundo FURTADO (2003), na prática é comum a padronização do leite para 2,7 – 3,0% de gordura.

Segundo PINHEIRO e MOSQUIM (1991), a crioscopia dos leites na região de Viçosa, apresenta valores entre -0,516 e 0,552° Hortvet (°H). Podemos considerar com os dados obtidos que os valores médios de crioscopia encontrados no leite pasteurizado utilizado para fabricação dos queijos tipo Camembert estão normais e próximo dos padrões exigidos pela Instrução Normativa 51 de 2002 para leite pasteurizado.

5.2. Análises físico-químicas do queijo tipo Camembert após um dia de fabricação

As análises de gordura, sal e proteína foram realizadas em duplicata, uma única vez para cada repetição, pois tratam-se de características que supostamente não devem variar durante o período de maturação do queijo.

Quadro 3 - Valores médios e desvio-padrão das análises de gordura e sal dos queijos tipo Camembert

Análises	Controle	T1	T2	T3
Gordura (%)	24,05 (1,0810)	24,10(1,033)	23,53(1,2902)	23,18(1,6301)
Sal (%)	1,28 (0,1365)	1,15 (0,1858)	1,22 (0,1167)	1,18 (0,1464)
Proteína (%)	17,47(0,3524)	17,97(0,3655)	17,54(0,0291)	17,44(0,2403)

Dados de três repetições

5.2.1. Gordura

Os teores de gordura dos quatro tratamentos encontraram-se dentro da faixa considerada normal, de acordo com FURTADO, (2003), não apresentando grandes variações entre os tratamentos.

5.2.2. Sal

Pode-se observar nos resultados acima, que o teor de sal do queijo tipo Camembert controle se encontra próximo aos queijos com *Geotrichum candidum*, já que foram fabricados utilizando salmoura com um mesmo teor de sal e o mesmo tempo de salga. Porém, estão um pouco abaixo daquele encontrado no Camembert produzido no Brasil, de acordo com Furtado (2003). Devido ao fato do *Geotrichum candidum* ser muito sensível ao sal produziu-se um queijo tipo Camembert com teor de sal na faixa de 1,15% a 1,30% de sal, inferior ao indicado por FURTADO, (2003), que esta na faixa de 2,00% a 2,50% de sal. Segundo o mesmo autor o teor ideal para seu crescimento do *Geotrichum candidum* é de 0,5% e qualquer teor superior passa a inibi-lo gradativamente.

5.2.3 Proteína total

Os valores médios dos teores de proteína dos quatro tratamentos (Quadro 03) encontraram-se dentro da faixa considerada normal, de acordo com Furtado, (2003), aproximadamente 18%, não apresentando grandes variações entre os tratamentos.

De todos os compostos presentes na massa do queijo, a proteína é aquele que merece maior destaque, pois é a principal responsável pela elasticidade, textura e formação de compostos que caracterizam o flavor e o aroma do queijo após a proteólise (ECK, 1987)

5.3. Avaliação físico-química durante o período de maturação

5.3.1. Umidade

Os dados apresentados na Figura 01 indicam a evolução da umidade dos quatro tratamentos durante os 41 dias de maturação do queijo tipo Camembert.

Não foi observada diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos na umidade das amostras. Apesar de serem encontradas pequenas variações nas amostras submetidas aos tratamentos, que apresentaram umidade reduzida nos primeiros dias de fabricação em relação a amostra controle, estas diferenças não caracterizam alterações marcantes na umidade do queijo e nem caracteriza o queijo como fora dos padrões.

Os resultados encontrados na umidade do queijo tipo Camembert estão dentro do padrão estabelecido por Furtado (2003) para um queijo com durabilidade maior no mercado, de 51 a 52% um dia após a fabricação.

Segundo Furtado (2003), o queijo tipo Camembert deve apresentar um teor de umidade médio de 50% após 30 dias da fabricação, o que podemos observar nos resultados encontrados.

A perda de umidade observada nos primeiros dias de fabricação está relacionada ao fato do queijo não estar ainda embalado, perdendo água por evaporação. Após sua embalagem em papel de alumínio não foi observado grandes variações nos valores médios do teor de umidade nos tratamentos.

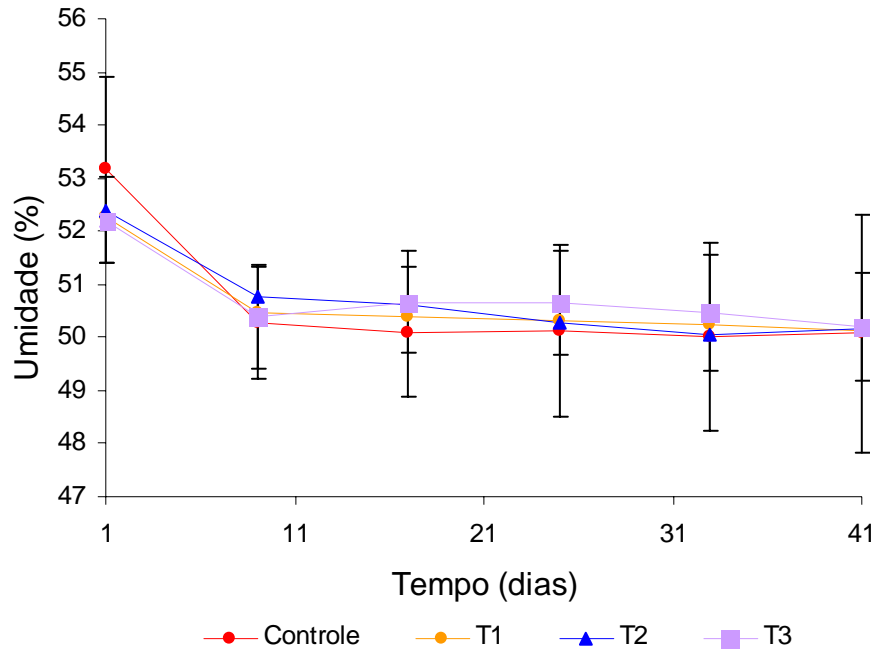


Figura 2- Evolução da umidade dos queijos, durante o tempo de maturação para os quatro tratamentos.

5.3.2. pH

Os dados apresentados na Figura 3 e 4 indicam a modificação do pH na casca e no meio do queijo, respectivamente, durante 41 dias de maturação.

Não houve diferença ($P > 0,05$) dos valores de pH entre os tratamentos durante todo o período de maturação. Os valores do pH do queijo estão dentro daqueles recomendados por Furtado, (2003).

Pode-se observar na Figura 05, que os tratamentos com *Geotrichum candidum* tiveram um aumento no pH da casca do queijo nos primeiros dias de fabricação comparado com o tratamento controle, estando em consonância com Furtado,(2003).

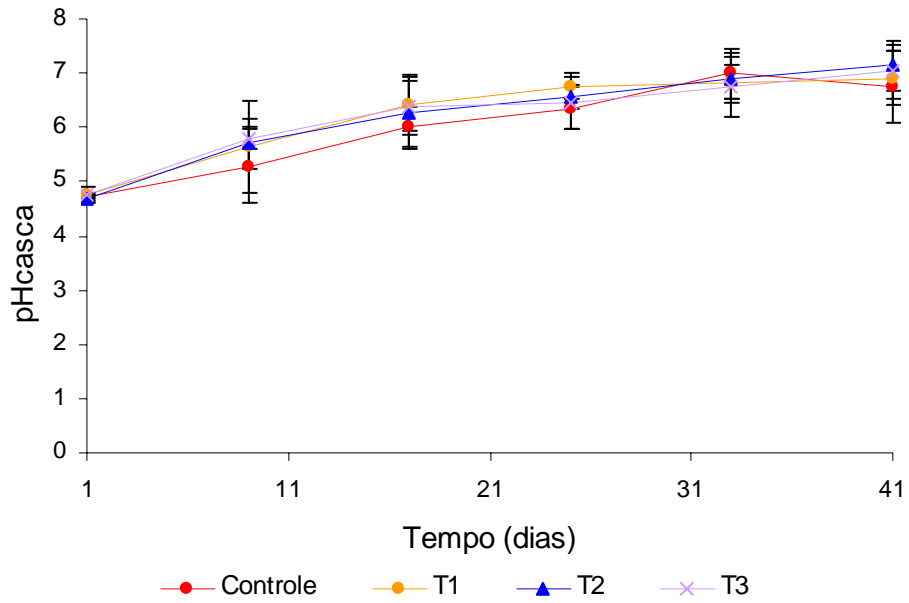


Figura 3 - Médias dos resultados do pH da casca dos queijos em função do tempo de maturação.

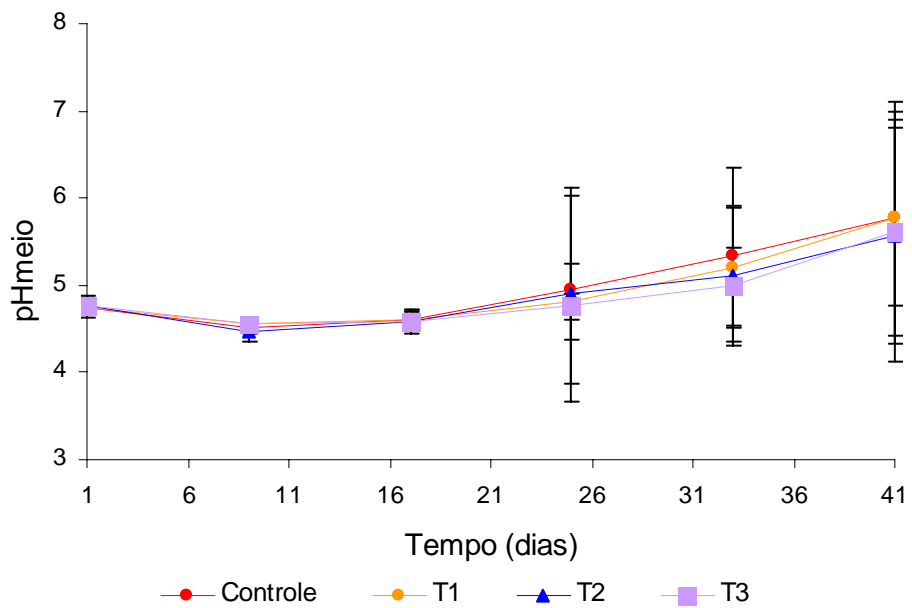


Figura 4 - Médias dos resultados do pH do meio dos queijos em função do tempo de maturação.

Segundo FARKYE e FOX (1990), durante a maturação, o pH do queijo aumenta devido à formação de compostos nitrogenados alcalinos ou devido ao catabolismo do ácido láctico. De acordo com os mesmos autores, o pH do Camembert aumenta 4,8 para 7,5 na casca do queijo. Pode - se verificar que, no período de 41 dias de maturação, houve uma evolução normal do pH dos queijos. Todas as médias dos valores de pH na casca do queijo, após 41 dias de maturação, estão próximas de 7,0, demonstrando que em todos os tratamentos observou-se uma boa capacidade proteolítica, com liberação de compostos aminados, que tendem a neutralizar a acidez natural da massa do queijo.

5.3.3. Atividade de água

De acordo com as análises, não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre as médias da atividade de água (A_w) entre os quatro tratamentos durante todo o período de maturação.

Segundo FURTADO (1991), A_w do queijo é influenciada basicamente por três elementos, tais como: (i) teor de umidade do queijo, quanto mais alto o teor de umidade, mais alta a A_w (mantendo fixo o teor de sal no queijo); (ii) teor de sal no queijo, é o elemento mais importante devido ao baixo peso molecular do sal e sua alta solubilidade; (iii) Índice de maturação do queijo, expresso pela profundidade da maturação, ou seja, a relação NPN/NT (Nitrogênio não protéico/nitrogênio total). A fração NPN é constituída em grande parte por aminoácidos, muitos dos quais de cadeias laterais como grupos polares ou ionizáveis que interagem facilmente com a água, diminuindo a A_w .

Na Figura 04 observa-se diminuição ($P<0,05$) da A_w durante todo o período de maturação do queijo para os diferentes tratamentos, ocorrida provavelmente pelas reações proteolíticas que contribuíram para o aumento dos grupamentos iônicos capazes de fixar água (POMAR et. al., 2001). A A_w representa um fator importante para o crescimento dos microrganismos e influencia as reações enzimáticas que ocorrem no queijo durante a maturação (DUMAIS et. al., 1991).

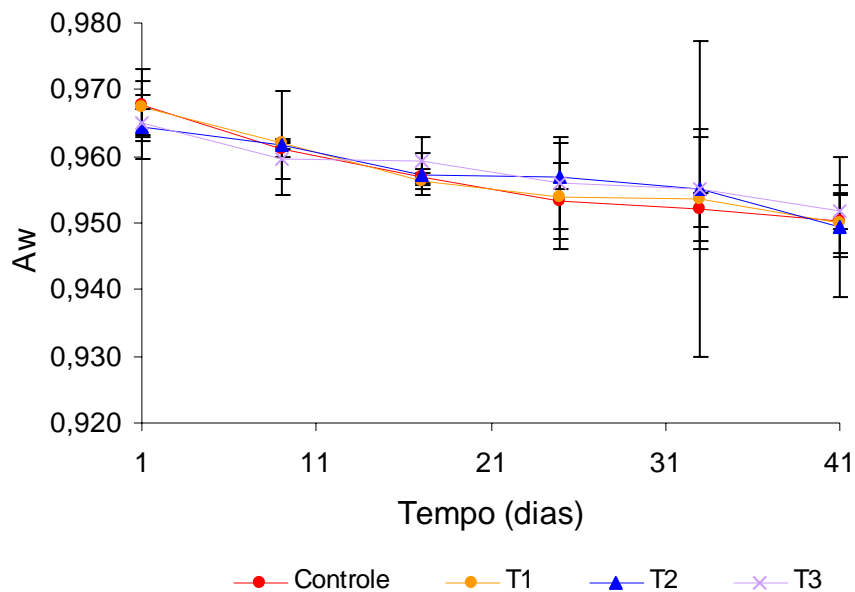


Figura 5 - Médias dos resultados da Aw dos queijos em função do tempo de maturação.

5.3.4. Nitrogênio solúvel a pH 4,6 (Índice de extensão de maturação)

Não houve diferença ($P > 0,05$) entre as médias dos quatro tratamentos no índice de extensão de maturação. A análise de variância mostrou um efeito significativo ($P < 0,05$) dos valores desse índice com o tempo de maturação. As curvas da evolução do índice de maturação estão representadas na Figura 05. Durante o período de estocagem, foi observado um aumento dos teores de nitrogênio solúvel em pH 4,6, em razão da proteólise que normalmente ocorre.

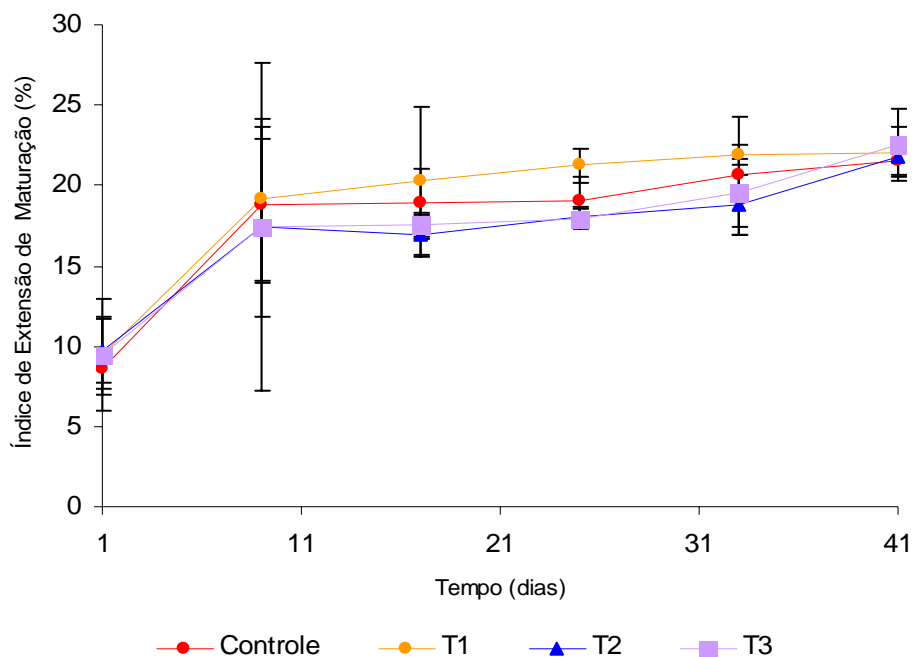


Figura 6 - Evolução das médias dos resultados do Índice de extensão de maturação dos queijos em função do tempo de maturação.

5.3.5. Nitrogênio solúvel em TCA 12% (Índice de profundidade de maturação)

As curvas representando a evolução do índice de profundidade durante o período de maturação estão representadas na Figura 06. A análise de variância mostrou um efeito significativo dos valores deste índice com o tempo de maturação ($P < 0,05$). A observação destas curvas verifica-se que ocorreu, efetivamente um aumento no processo de maturação nos primeiros dias de maturação para todos os tratamentos..

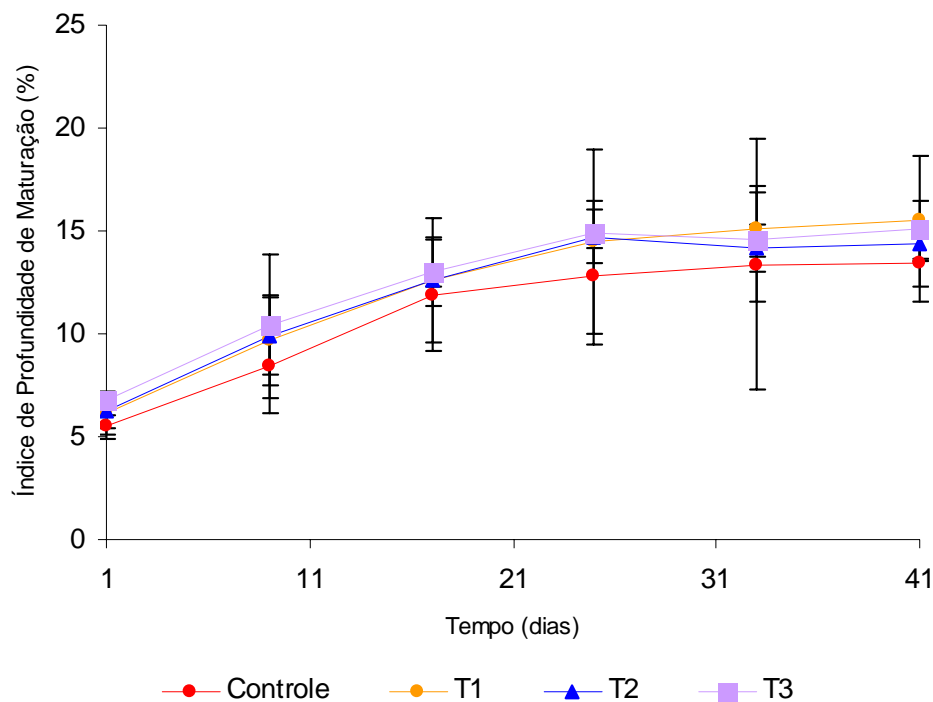


Figura 7 - Médias dos resultados da Aw dos quatro tratamentos em função do tempo de maturação.

Embora não foram encontrados diferença ($p > 0,05$), os tratamentos com *Geotrichum candidum* tiveram valores médios de índices de profundidade de maturação mais elevados que o tratamento controle. Estes resultados podem ser explicados pela presença de substâncias nitrogenadas de baixo peso molecular, principalmente em virtude da ação proteolítica das enzimas microbianas (FOX, 1993; ECK, 1987). A presença do *Geotrichum candidum* pode ter contribuído para o aumento deste índice, pois segundo FURTADO (2003) este microrganismo possui uma forte atividade aminopeptidásica, a qual contribui para o aumento do índice de profundidade do queijo. Este aumento de substâncias de baixo peso molecular contribui no aroma e sabor do queijo, o que pode-se observar na análise sensorial, que quanto maior a concentração da utilização do *Geotrichum candidum* maior foi a aceitação do queijo tipo Camembert.

5.4. Análise Sensorial

No Quadro 5 encontram-se as médias dos quatro tratamentos do queijo tipo Camembert realizado após 30 dias de maturação.

Quadro 5 – Valores médios para as notas obtidas durante a análise sensorial dos queijos tipo Camembert com 30 dias de maturação.

Tratamentos	Médias
T3	8,13 a
T2	7,80 a b
T1	7,76 b
Controle	7,30 b

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na coluna, para cada variável, não difere entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De acordo com os dados obtidos, tanto o queijo tipo Camembert controle como os tratamentos obtiveram notas que se encontraram na faixa de gostei moderadamente a gostei extremamente, indicando boa aceitação dos provadores.

Não houve diferença significativa entre as médias do tratamento 2 e tratamento 3 ficando entre gostei muito e gostei extremamente na escala hedônica. O tratamento 3 obteve uma média superior ($p < 0,05$) ao tratamento um e ao controle, demonstrando que houve contribuição do fungo *Geotrichum candidum* na aceitação do queijo. As médias do tratamento um, 2 e o controle não diferiram ao nível de 5% de probabilidade, ficando entre gostei moderadamente e gostei muito. Pode-se observar nos resultados que, ao aumentar a dosagem do fungo *Geotrichum candidum*, houve aumento da aceitação do queijo pelos provadores.

6. CONCLUSÕES

Os queijos foram avaliados em relação às características físico-químicas e sensoriais. Os resultados obtidos dessas avaliações indicaram que:

Por análise visual dos queijos pode-se concluir que ao aumentar a concentração do *Geotrichum candidum* houve diminuição do crescimento do *Penicillium candidum*, o que permitirá um melhor controle de seu crescimento na casca do queijo tipo Camembert;

Na análise sensorial, o queijo que recebeu maior dose de *Geotrichum candidum* obteve pontuação média superior ao queijo controle, demonstrando que sua adição ao leite para a fabricação do queijo tipo Camembert implementa uma melhoria no seu sabor;

Com os dados obtidos conclui-se que a utilização do *Geotrichum candidum* na fabricação do queijo Camembert pode ser uma boa alternativa para as indústrias que desejam um produto com sabor mais intenso e com características semelhantes ao tradicional queijo Camembert feito com leite cru;

Pesquisas adicionais dos compostos produzidos pelo *Geotrichum candidum* na maturação do queijo tipo Camembert são necessários para elucidar suas identificações e permitir um melhor controle de sua elaboração, levando a melhorias na sua qualidade.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BARNETT, J. A. PAYNE, R. W., YARROW, D., **Yeasts: Characteristics and Identificacion**. 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge. 1990.

BERGER, C., KHAN, J.A., MOLIMARD, P., MARTIN, N., SPINNLER, H. E., 1999. Production of surfur flavors by ten strains of *Geotrichum candidum*. **Applied and Environmental Microbiology** 65, 5510-5514.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Serviço de inspeção de Leite e Derivados. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006, Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Serviço de inspeção de Leite e Derivados. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002, Brasília, 2002.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos Analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes, II. Métodos físico-químicos.** Brasília, M.A., 1981.

BOUTROU, R., GUÉGUEN, M. Interest in *Geotrichum candidum* for cheese technology. **International Journal of Food Microbiology.** 102.2005.1-20.

BOUTROU, R., KERRIOU, L., GASSI, J. Contribution of *Geotrichum candidum* to the proteolysis of soft cheese. **International Journal of Food Microbiology.** 16. p775 - 783. 2006.

CARNEIRO, J. C. S. **Processamento Industrial de Feijão, Avaliação Sensorial Descritiva e Mapa de Preferência.** 2001. 36p. Tese (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa – Viçosa MG.

CHAVES, José Benício Paes et al. **Práticas de Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas.** 1. ed. Viçosa, Editora UFV, 2002. 81p. (Cadernos Didáticos, 66).

CHAVES, J. B. P., SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas.** Viçosa – MG: Ed. UFV, Universidade Federal de Viçosa, 1996. p. 54-57. Apostila nº 325.

DESMASURES, N., BAZIN, F., GUÉGUEN, M., Microbiological composition of raw milk from selected farms in the Camembert region of Normandy. **Journal of applied Microbiology.** 83, 53-58. 1997.

DRAKE, M. A.; BOYLSTON, T. D.; SPENCE, K. D; SWANSON, B.G. Chemical and sensory effects of a *Lactobacillus adjunct* in cheddar cheese. **Food Res. Int.** v. 29, n.3-4, p. 381-387, 1996.

DUMAIS, R.; BLAIS, J. A. CONRAD, F. Queso. In: AMIOT, J. **Ciencia e tecnologia de la leche**, 1991, 547 p.

ECK, ANDRÉ. **O queijo**, 1º Volume, coleção EUROAGRO, Publicações Europa – América, 1987, 336p.

FARKYE, N. Y. e FOX, P.F. Objective indices of cheese ripening. **Trends in Food Science e Technology**, 11: 37 – 40, 1990.

FOX, P. F. **Food chemistry**. Cork, University College, 1991. 201p.

FOX, P. F. **Cheese**: chemistry, physics and microbiology. V. 1, General aspects. London U. K. 1993. Chapman & Hall, 2. ed., 1993. 601 p.

FURTADO, M. M. **A Arte e a Ciência do Queijo**. 1ª edição. São Paulo. Ed. Globo p.165- 169. 1991.

FURTADO, M. M. **Queijos finos maturados por fungos**. 1ª edição. Ed. Milk Bizz. São Paulo. p.80-115. 2003.

GUEGUEN, M., LEONOR, J., 1975. Aptitude de l'espèce *Geotrichum candidum* à la production d'enzymes proéolytiques. **Le Lait** 55, 145-162, 621-629.

GUEGUEN, M., LEONOR, J., 1976. Aptitude de l'espèce *Geotrichum candidum* à la production d'enzymes proéolytiques. **Le Lait** 56, 439-448.

GUÉGUEN, M., SCHIMIDT, J.L. 1992. Les Levureset. *Geotrichum candidum*. In: Hermier, J., Lenoir, J., Weber, F. (Eds), **Les Groupes Microbiens d' intérêt laitier**. CEIL, Paris, pp. 165-219.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3ª ed. São Paulo, 1985. v.1.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION STANDART. Cheese and cheese Processed Cheese **Determination of the Total Solids Content**, 4A: 1982. Brussels, 1982.

KARDEL, G., FURTADO, M.M., LOURENÇO NETO, J. P. M. O uso de lípase na fabricação de queijos. **Revista do Instituto de laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora. V. 50.n.295, p. 45-49. Set/out, 1995.

KHIDR, M. K. A. **Proteolysis in Camembert cheese**. MSc. Thesis National University of Ireland, Cork. 1995.

KINDSTEDT, P. S. GUO, M.R. Recent developments in the science and technology of pizza cheese. **The Australian Journal of Dairy Technology**, Vermont, v.52,p.41 -43, 1997.

KOSIKOWSKY, F. **Cheese and fermented milk foods**. 2.ed. Ann Arbor: Edwards. P. 352 – 354, 1977.

KOSIKOWSKY, F. **Cheese and fermented milk foods**. 2.ed. Ann Arbor: Edwards. P. 326 – 328, 1982.

LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERÊNCIA ANIMAL – LANARA. **Métodos analíticos para controle de produtos de origem animal**. Brasília, 1981.

LAW, B.A. **Microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk**. Second edition, 1997. 31p.

LAWRENCE, R.C., CREAMMER, L.K, GILLES, J. Texture development during chesse ripening. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.70, n.8, p.1748-1760, 1987.

MARCELLINO, N., BEUVIER, E., GRAPPIN, R., GUÉGUEN, M., BENSON, D > R., 2001. Diversity of *Geotrichum candidum* strain isolated from traditional chesse-making fabrications in France. **Applied and Environmental Microbiology** 67, 4752-4759.

MARTINS, J. M. **Características físico-químicas e microbiológicas durante a maturação do queijo Minas artesanal da região do Serro.** 2006. 13p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG.

MININ, V. P. R. **Análise sensorial: Estudo com consumidores.** 1. ed. Viçosa, Editora UFV, 2006. 68p.

MINUSSI, R. C. **Avaliação de métodos para a aceleração da maturação do queijo prato.** 1994. 53p. Tese (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG.

MOLIMARD, P., LESSCHAEVE, I., ISSANCHOU, S., BROUSSE, M., SPINNLER, H.E., 1997. Effect of the association of surface flora on the sensory properties of mould-ripened cheese. **Le Lait** 77, 181–187.

MOSKOWITZ, H. R. **Applied Sensory Analysis of Foods.** Boca Raton: CRC Press. 1988.v.1.259p.

MOURGUES, R., BERGE`RE, J.L., VASSAI, L., 1983. Possibility of improving organoleptic quality of Camembert cheese using *Geotrichum candidum*. **La Technique Laitie`re** 978, 11 –15.

PARDO, J. E.; PEREZ, J. L.; GOMES, R.; TARDAGUILA, J. ; MARTINEZ, M.; SERRANO, C. E. Review: physico-chemical quality of Manchego cheese. **Alimentaria** 281:81-82, 1996.

PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Revista Química Nova**. V. 27, nº 293 – 300. 2004.

PINHEIRO, A.J.R., MOSQUIM, M.C.A.V. **Processamento de leite de consumo**, Viçosa: editora, 1991.

POMAR, E. PRIETO, B. FRANCO, I. TORNADIJO, M. E. FRESNO, J. M. GONZALEZ, J. Caracterización química y físico-química del queso Zomarano com denominación de origen. **Anais do Congresso**, Porto, Portugal, maio de 2001.

RANK, T. C.; GRAPPIN, R. OLSON, N. F. Secondary proteolysis of cheese during ripening: A review. **Journal of Dairy Science**, 68:807, 1985.

ROBINSON, R. K. **Microbiologia Lactologica**: Microbiologia de los productos lácteos. v. II. Ed. Acribia, S. A. 1987.

ROSENBERG, M.; WANG, Z.; CHUANG; S. L. SHOEMAKER, C. F. Viscoelastic property changes in Cheddar cheese during ripening. **Journal of Food Science**, 60:640-644, 1995.

SILVA, A. F. **Perfil Sensorial da Bebida de café (Coffea arábica) orgânico**. 2003. 31p. Tese (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG.

SILVA, D. J., QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos**. 3ª edição. Editora UFV. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 235 p.2005.

TEIXERAS, E. C. L, BARBETTA, P. A.: MEINRET, E. M.: **Análise sensorial de alimentos**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1987. 180p.

WALSTRA, P.; Geurt, T. J.; NOOMEN, A.; JELLEMA, A. ; BOEKEL, M. A. J. S. **Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos**. Wageningen Agricultural University. Wageningen, Países Bajos. Editorial Acribia, S. A. 2001. 706p.

WELTHAGEN, J.J., VILJOEN, B.C., 1999. The isolation and identification of yeasts obtained during the manufacture and ripening of cheddar cheese. **International Journal of Food Microbiology** 16, 63– 73.

WOLFSHOON-POMBO, A. F. Índice de proteólise em alguns queijos brasileiros. **Revista Boletim do leite**. Rio de Janeiro, v. 51, nº 661, p. 1-8, 1983.

WYDER, M.T., 1998. **Identification and characterisation of the yeast flora in kefir and ripened cheese**. Contribution of selected yeast to cheese ripening. Phd thesis Swiss Federal Institute of Technology, 1-152.

APÊNDICES

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para as variáveis umidade, Aw e acidez em diferentes tratamentos durante sua estocagem.

Fonte de Variação	Grau de liberdade	Quadrado médio		
		Umidade	Aw	Acidez
Tratamentos	3	0,7014 ^{n.s}	0,0001305 ^{n.s}	0,003827 ^{n.s}
Erro(a)	8	17,6169	0,0000694	0,093136
Tempo	5	9,2149*	0,0003246*	0,1652*
TratamentoxTempo	15	1,4373 ^{n.s}	0,0000423 ^{n.s}	0,003833 ^{n.s}
Erro(b)	40	0,7526	0,0000459	0,01662

^{n.s}: Não significativo ao nível de 5% de probabilidade

*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para a variável pHmeio e pH da casca em diferentes tratamentos durante sua estocagem.

Fonte de Variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	
		pH meio	pHcasca
Tratamentos	3	0,04196 ^{n.s}	0,0254 ^{n.s}
Erro(a)	8	1,3761	0,5999
Tempo	5	2,0264*	9,3099*
TratamentoxTempo	15	0,0648 ^{n.s}	0,0480 ^{n.s}
Erro(b)	40	0,3172	0,1273

^{n.s}: Não significativo ao nível de 5% de probabilidade

*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 3– Resumo da análise de variância para as variáveis ptnTCA, ptnpH e ptnTotal em diferentes tratamentos durante sua estocagem.

Fonte de Variação	Grau de liberdade	Quadrado médio		
		ptnTCA	ptnpH	ptnTotal
Tratamentos	3	26,1921 ^{n.s}	26,4889 ^{n.s}	3,12625 ^{n.s}
Erro(a)	8	16,2640	10,6468	3,8205
Tempo	5	169,4666*	266,6370*	19,0683*
TratamentoxTempo	15	4,9433 ^{n.s}	18,3930 ^{n.s}	0,9956 ^{n.s}
Erro(b)	40	4,0792	11,5372	1,2942

^{n.s}: Não significativo ao nível de 5% de probabilidade

*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 4 - Resumo da análise de variância do teste de aceitação para os queijos Camembert.

Fonte de Variação	Grau de liberdade	Quadrado médio
		Aceitação
Tratamentos	3	1,8305*
Provadores	29	2,1117*
Erro	87	0,6696
Total	119	

^{n.s}: Não significativo ao nível de 5% de probabilidade

*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade