

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

**CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL, MICROBIOLÓGICA, SENSORIAL E
AROMÁTICA DO LEITE DE CABRAS SAANEN, EM FUNÇÃO DO MANEJO DO
REBANHO, HIGIENE DA ORDENHA E FASE DE LACTAÇÃO**

RITA DE CÁSSIA RAMOS DO EGYPTO QUEIROGA

RECIFE - PE

2004

**CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL, MICROBIOLÓGICA, SENSORIAL E
AROMÁTICA DO LEITE DE CABRAS SAANEN, EM FUNÇÃO DO MANEJO DO
REBANHO, HIGIENE DA ORDENHA E FASE DE LACTAÇÃO**



RITA DE CÁSSIA RAMOS DO EGYPTO QUEIROGA

**CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL, MICROBIOLÓGICA, SENSORIAL E
AROMÁTICA DO LEITE DE CABRAS SAANEN, EM FUNÇÃO DO MANEJO DO
REBANHO, HIGIENE DA ORDENHA E FASE DE LACTAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Nutrição, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Nutrição, Área de Concentração Ciências de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Telma Maria Barreto Biscontini

Co-orientador: Prof. Dr. Roberto Germano Costa

RECIFE - PE

2004

RITA DE CÁSSIA RAMOS DO EGYPTO QUEIROGA

**CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL, MICROBIOLÓGICA, SENSORIAL E
AROMÁTICA DO LEITE DE CABRAS SAANEN, EM FUNÇÃO DO MANEJO DO
REBANHO, HIGIENE DA ORDENHA E FASE DE LACTAÇÃO**

Tese aprovada em: 21 de janeiro de 2004

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profa. Dra. Marta Suely Madruga
Universidade Federal da Paraíba

Profa. Dra. Nonete Barbosa Guerra
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Roberto Germano Costa
Universidade Federal da Paraíba

Profa. Dra. Tânia Lúcia Montenegro Stamford
Universidade Federal de Pernambuco

A Edivaldo e Socorro

meus pais

A Carlos

meu esposo

A Ana Beatriz

"Felicidade"

e a Isadora

"Presente de Deus"

minhas filhas

Agradeço, dedico e ofereço

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Telma Maria Barreto Biscontini, pela orientação e dedicada atenção em todas as etapas deste trabalho; pela amizade e apoio constantes nos momentos difíceis desta jornada.

Ao Prof. Dr. Roberto Germano Costa, pela co-orientação, inestimável contribuição, estímulo e valorosa amizade.

À Profa. Dra. Marta Suely Madruga, pelas valiosas sugestões, amizade e pronta disponibilidade em ajudar.

Ao Centro de Formação de Tecnólogos, da Universidade Federal da Paraíba, por ter propiciado condições para que este trabalho pudesse ser realizado.

À Coordenação do Programa de Pós-graduação em Nutrição, na pessoa da Profa. Tânia Lúcia Stamford, pela dedicação e apoio em todas as etapas do curso.

A todos que participam do LEAAL, e em especial, Profa. Nonete Barbosa Guerra, pelo apoio e preciosas sugestões.

Ao Prof. Alexandre Ricardo Schüller, por todos os ensinamentos e atenção dispensada.

À Profa. Edileide Freire pelo apoio nas análises microbiológicas.

A Artur Bibiano, Camilo Cruz e Jerônimo Galdino, pela colaboração durante a realização dos experimentos nos laboratórios.

Ao Pesquisador Elson Soares Santos, pela contribuição no delineamento estatístico e análises dos resultados.

Aos funcionários, professores e alunos do Centro de Formação de Tecnólogos, membros do painel sensorial pela atenção dispensada.

À amiga Silvanda de Melo Silva, pela valiosa amizade, preciosos ensinamentos, apoio e colaboração.

A Ariosvaldo Nunes de Medeiros, pela estimada amizade e colaboração.

À Sandra Elisabeth Beltrão pela amizade, apoio e dedicada participação.

A Mércia Galvão, pela imprescindível contribuição e amizade.

À amiga Margarida Angélica, pela parceria e apoio.

Aos funcionários, em especial, a Neci, pela dedicação e prestimosidade.

Aos meus amados, Cândido, meus primos, meus sobrinhos, pelo exercício verdadeiro e constante da alegria de viver em irmandade, pelo incessante apoio, incentivo e carinho.

Em especial, às queridas amigas Silvana Gonçalves de Arruda e Elisângela Santos Borges do Egypto, pela grande e infinita amizade, união e parceria na vida.

A todas que, direta ou indiretamente, contribuíram na conclusão deste objetivo.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi o de avaliar a influência do manejo do rebanho, higiene da ordenha e fases da lactação nas características químicas, físicas, microbiológicas, sensoriais e aromáticas do leite de cabra Saanen no Brejo paraibano, Brasil. Selecionaram-se 20 animais, constituindo-se 4 grupos de 5, divididos em animais sem a presença do macho e com a presença do macho e ordenha com e sem procedimentos de higiene, analisando-se amostras de leite na fase inicial, intermediária e final da lactação. A produção de leite e os teores de lipídios e acidez variaram em função da lactação. A higiene da ordenha e o manejo do rebanho não proporcionaram efeito nos ácidos graxos, detectando-se variações na lactação, com maiores percentuais de saturados na fase intermediária. Os parâmetros microbiológicos apresentaram-se dentro dos padrões em todos fatores analisados. As características sensoriais dos testes de aceitação e ADQ não foram influenciadas pela higiene da ordenha, enquanto os atributos odor e sabor característico variaram conforme a presença do reprodutor e fase da lactação. A técnica de extração e destilação simultâneas mostrou-se eficiente na extração dos compostos voláteis do leite caprino, identificando-se 156 compostos voláteis; entre eles, ésteres, aldeídos, álcoois e ácidos, detectando-se variações entre os tratamentos.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the influence of herd handling, milking hygiene, and lactation stages on the chemical, physical, microbiological, sensorial, and aromatic characteristics of goat's milk from the breed Saanen raised at the Brejo Paraibano, Brazil. For the experiment, it was selected 20 female animals, forming 4 groups of 5 animals. Each group was divided into animals with and without the presence of the male, and milking with and without hygiene procedures. Milk samples were analyzed at the initial, intermediate, and final lactation stages. Milk yielding, lipid, and acidity contents varied as a function of the lactation stage. Milking hygiene and herd handling did not affected the fatty acids content. However, it was detected a variation of fatty acids content in the lactation stages, with higher percentage of saturated fatty acids in the intermediate stage. The microbiological results were found to be within the Brazilian Federal Standard for all analyzed factors. The sensorial characteristics of acceptance test and QDA (Quantitative and Descriptive Analyses) were not influenced by the milking hygiene, on the other hand, the odor and characteristic taste attributes varied as a function of the presence of the male and the lactation stage. The technique of simultaneous extraction and distillation was effective in extracting the volatile compounds from goat milk, being identified 156 volatile compounds, among those esters, aldehydes, alcohols, and acids; however, it was detected variations as a function of applied treatments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 - Definição e interação entre sabor, aroma, gosto, e sensação de contato. Adaptado de Stephan <i>et al.</i> (2000)	37
Ilustração 2 - Produção diária de leite (g) de cabras Saanen, em função das fases de lactação	69
Ilustração 3 - Incidência de <i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/mL) nas amostras de leite de cabras Saanen em função das condições de ordenha.....	94
Ilustração 4 - Configuração da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) do leite de cabra da raça Saanen, em função do manejo do rebanho, higiene da ordenha e fase da lactação	108
Ilustração 5 - Aparelho de Destilação e Extração Simultânea de Likens e Nickerson (1964)	11919

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores médios (%) da composição química do leite de cabra de diferentes raças em diversos países	27
Tabela 2 - Composição química do leite de cabra em estudos realizados na região Nordeste do Brasil	28
Tabela 3 - Perfil aromático do leite pasteurizado e esterilizado (UHT)	42
Tabela 4 - Sabor não característico (<i>off-flavour</i>) do leite	43
Tabela 5 - Valores médios (%) e desvios-padrões dos parâmetros físicos e químicos do leite de cabras Saanen in natura, em função da fase de lactação	70
Tabela 6 - Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre os parâmetros físicos, químicos e de produção do leite de cabra Saanen	74
Tabela 7 - Valores médios (%) e desvio-padrão de ácidos graxos saturados do leite de cabras Saanen, em função do manejo do rebanho, higiene da ordenha e fase de lactação	76
Tabela 8 - Valores médios (%) e desvio-padrão de ácidos graxos insaturados e as relações entre as classes, em amostras do leite de cabras Saanen, em função do manejo do rebanho, higiene da ordenha e fase de lactação	77
Tabela 9 - Valores médios dos parâmetros microbiológicos Contagem Total de Bactérias Mesófilas (UFC/mL), Coliformes Fecais (NMP/mL) e <i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/mL) do leite de cabras Saanen, sob diferentes condições de ordenha e fase de lactação (dias).....	92
Tabela 10 - Valores médios dos Coliformes Totais (NMP/mL), no leite de cabras Saanen, em função das condições de ordenha e fase de lactação.....	93
Tabela 11 - Atributos sensoriais do leite caprino	105

Tabela 12 - Valores médios e desvios-padrões dos atributos odor e sabor do leite de cabras Saanen sob diferentes manejos do rebanho, condições de ordenha e fases de lactação	106
Tabela 13 - Valores médios e desvios-padrões dos atributos sensoriais do leite de cabras Saanen submetidas ao efeito do manejo do rebanho e fase de lactação	107
Tabela 14 - Valores médios e desvios-padrões dos atributos sensoriais do leite de cabras Saanen submetidas a diferentes condições de ordenha	109
Tabela 15 - Matriz dos coeficientes de correlação de Pearson entre os atributos sensoriais de amostras de leite de cabras Saanen (N = 360)	110
Tabela 16 - Condições de extração dos compostos voláteis para o leite de cabras Saanen.....	120
Tabela 17 - Volume final de extratos aromáticos e número de picos cromatográficos obtidos nos experimentos preliminares nas análises de compostos voláteis do leite caprino	124
Tabela 18 - Compostos voláteis identificados em extratos de leite de cabra Saanen, sob diferentes manejos do rebanho e higiene da ordenha, por classes e ordem de eluição, expressos em ng/100mL.....	125

SUMÁRIO

Introdução	15
Capítulo I - Revisão de Literatura	19
1 Caracterização da caprinocultura leiteira	20
2 Características nutricionais do leite de cabra	22
3 Características microbiológicas do leite de cabra.....	29
4 Características sensoriais e aromáticas do leite caprino.....	33
4.1 Sabor e odor – análise sensorial e instrumental.....	36
4.1.1 Sabor do leite.....	38
4.1.2 Determinação dos compostos voláteis.....	44
5 Considerações finais.....	49
6 Referências bibliográficas	50
Capítulo II - Produção e composição química do leite de cabras Saanen sob influência do manejo do rebanho, condições higiênicas da ordenha e fase de lactação	60
1 Introdução.....	61
2 Material e métodos	63
2.1 Material.....	63
2.1.1 Características da fonte de produção	63
2.1.2 Local de execução	64
2.1.3 Amostragens	64
2.2. Métodos.....	65
2.2.1 Determinação da produção leiteira.....	65
2.2.2 Determinações físicas e químicas.....	66
2.2.3 Determinação do perfil de ácidos graxos	66
2.2.4 Análise estatística	68
3 Resultados e discussão.....	68
4 Conclusões.....	80
5 Referências bibliográficas	81

Capítulo III - Características microbiológicas do leite de cabras submetidas a diferentes manejos da ordenha, durante fases de lactação.....	86
1 Introdução.....	87
2 Material e métodos	89
3 Resultados e discussão.....	91
4 Conclusões.....	95
5 Referências bibliográficas	96
Capítulo IV - Características sensoriais do leite de cabras Saanen sob influência de manejo do rebanho, higiene da ordenha e fase de lactação.....	99
1 Introdução.....	100
2 Material e métodos	103
3 Resultados e discussão.....	106
4 Conclusões.....	110
5 Referência bibliográficas.....	111
Capítulo V - Compostos voláteis do leite de cabras Saanen sob os fatores manejos do rebanho e condições de higiene da ordenha	114
1 Introdução.....	115
2 Material e Métodos.....	115
2.1 Material	115
2.2 Métodos.....	115
2.2.1 Extração e identificação de voláteis	115
2.2.2 Cromatografia Gasosa de Alta Resolução.....	115
2.2.3 Identificação	115
3 Resultados e discussão.....	123
4 Conclusões.....	130
5 Referências bibliográficas	131
APÊNDICE	133

Introdução

A pecuária de caprinos apresenta-se como atividade promissora no panorama atual de desenvolvimento econômico brasileiro, desempenhando um importante papel socioeconômico nas regiões semi-áridas, por proporcionar renda direta, além de representar uma excelente fonte alimentar. Um incremento desta cultura deve-se, principalmente, às ações conjuntas de instituições de pesquisa, governos e associações de criadores, programadas com o objetivo de fomentar o potencial leiteiro do rebanho e melhorar o desempenho da indústria de laticínios.

Dados da FNP-Anualpec (2003) estimam o rebanho caprino brasileiro na cifra de 9,5 milhões de cabeças, com 94% deste efetivo distribuído na região Nordeste, onde se aplica, predominantemente, o sistema de criação extensivo. Embora este número seja expressivo, a caprinocultura leiteira ainda apresenta níveis reduzidos de desempenho, principalmente quando é comparada com outros países da Europa, que detêm rebanhos menores ao brasileiro, mas apresentam consideráveis produções leiteiras. No Brasil, o maior consumo do leite de cabra na forma fluida, diferentemente desses países, em que, a maior parte da produção de leite caprino destina-se à produção de queijo de reconhecida qualidade. A indústria de laticínios de produtos caprinos, no Brasil, ainda enfrenta problemas relativos, principalmente no tocante à produção e qualidade dos produtos ofertados, com repercussão direta nesta atividade agropecuária.

As características dietéticas e terapêuticas destacam o uso do leite de cabra na nutrição humana (WALKER, 1991; FISBERG *et al.*, 1999; HAELEIN, 2003). Pesquisas para

avaliar a composição do leite de cabra têm sido realizadas em várias partes do mundo. Entretanto, são escassas informações sobre a qualidade do leite produzido e sua composição em regiões tropicais e mais raras ainda nas suas microrregiões, sobre a influência dos múltiplos fatores, como raça, mestiçagem, fatores ambientais e período de lactação (BOYAZOGLU e MORAND-FEHR, 2001; MORGAN *et al.*, 2003).

O leite de cabra apresenta características sensoriais peculiares, com odor e sabor acentuados, que muitas vezes são considerados agradáveis ou não, tornando-se fatores de recusa e com implicação direta na sua aceitabilidade. As causas destas características ainda não estão bem esclarecidas, reportando-se, possivelmente, a fatores genéticos, ambientais e de manejo dos animais.

Dentre os prováveis fatores que afetam as características sensoriais do leite caprino, citam-se as práticas de manejo e condições higiênico-sanitárias de obtenção do leite. Nos sistemas de criação, usualmente utilizados na região Nordeste, a partir do conhecimento empírico, o animal macho (reprodutor) é retirado de junto das fêmeas, por acreditar-se na impregnação do odor hircino, próprio do macho, no leite obtido. As práticas higiênicas da ordenha também representam papel importante, visto que processos envolvendo lipólise por microrganismos podem provocar alterações no perfil sensorial deste leite.

Considerando a perspectiva da caprinocultura leiteira, o seu importante papel socioeconômico para a região Nordeste, com suas características edafoclimáticas, e a carência de informações científicas que elucidem questionamentos a respeito da obtenção de produtos caprinos de qualidade, esta pesquisa teve como objetivo avaliar as características nutricionais, microbiológicas, sensoriais e aromáticas do leite de cabra Saanen, sob diferentes manejos do rebanho, higiene da ordenha e fases da lactação.

O Capítulo 1 apresenta uma breve revisão sobre as características nutricionais, microbiológicas e sensoriais do leite caprino, como também, sobre o perfil dos compostos

voláteis deste produto, além de metodologias de análise de compostos aromáticos. O Capítulo 2 traz resultados da avaliação do efeito das fases da lactação na composição química e no perfil de ácidos graxos, bem como a influência do manejo do rebanho e higiene da ordenha neste perfil. O Capítulo 3 apresenta as características microbiológicas do leite de cabras submetidas a diferentes condições de higiene da ordenha. Nos Capítulos 4 e 5 são abordados os atributos sensoriais e avaliação dos compostos voláteis deste leite ante os fatores manejo do rebanho e higiene da ordenha; não obstante, na avaliação das características sensoriais, também, estão discutidos os resultados das fases da lactação.

Capítulo I

Revisão de Literatura

1 Caracterização da caprinocultura leiteira

A espécie caprina encontra-se difundida em todo o mundo, exceto nas regiões polares, com 74% dos rebanhos distribuídos nas regiões tropicais e áridas. Constitui-se como espécie de expressiva importância econômica graças à sua rusticidade, que permite uma melhor adaptação às adversidades do meio, contribuindo para o desenvolvimento das zonas rurais, proporcionando renda direta pela comercialização de seus produtos para a alimentação e vestuário (DUBEUF *et al.*, 2003).

O rebanho caprino mundial atinge, aproximadamente, 743,3 milhões de cabeças, dos quais, o Brasil está representado por 9,5 milhões, considerado o décimo primeiro do efetivo mundial (FAOSTAT, 2002). Segundo dados da FNP-Anualpec (2003), estima-se que 94% do efetivo caprino brasileiro está localizado na região Nordeste. A caprinocultura leiteira brasileira, apesar de numericamente expressiva, contribui apenas com 1,3% da produção de leite mundial, portanto, com níveis reduzidos de desempenho (128,000 Mt/ano), principalmente, quando são comparados a países da Europa, a exemplo da França e Espanha, que, produzem, respectivamente, 525 e 350 mil toneladas anuais, dispondo de um efetivo caprino de 1,2 e 3,1 milhões de cabeças (FAOSTAT, 2003).

Na Europa, os países industrializados, com 3% da população caprina, representam 17% da produção mundial de leite, demonstrando uma grande eficiência na produção do leite de cabra. De acordo com Guimarães e Cordeiro (2003), na Europa, os sistemas de

transformação de leite mostram uma heterogeneidade de situações, em função de cada realidade regional, das tradições de consumo e do nível de integração do setor da economia moderna com infra-estruturas industriais.

A caprinocultura apresenta-se como atividade pecuária em expansão no contexto atual de desenvolvimento econômico brasileiro, desempenhando uma relevante função socioeconômica nas regiões semi-áridas, por gerar renda direta, além de representar uma excelente fonte alimentar. Ações conjuntas de instituições de pesquisa, governos e associações de criadores, os quais, procuram melhorar o potencial leiteiro do rebanho e fomentar o desempenho da indústria de laticínios, proporcionando um incremento desta cultura. Rodrigues e Quintans (2003) afirmam que projetos envolvendo a mobilização conjunta dos participantes do processo produtivo são capazes de viabilizar a caprinocultura leiteira como atividade eficiente, rentável e de grande impacto social, principalmente na zona rural.

Nas últimas décadas, a caprinocultura brasileira caracteriza-se por dois sistemas de criação distintos: no Centro-Sul predomina o sistema intensivo, destinado à produção de leite, queijo fino, iogurte e creme; no Nordeste, pratica-se mais o sistema extensivo, com a finalidade de obter carne, pele e leite (BORGES, 2003). Quanto ao consumo, observa-se que a maior parte do leite de cabra é consumida sob a forma de leite fluido (94%), seguido do leite em pó (3,0%) e derivados, como queijo e iogurte (3%). As regiões Sudeste e Nordeste são responsáveis, praticamente, por 100% da produção leiteira brasileira, com 54,6% e 45,5%, respectivamente (SIMPLÍCIO e WANDER, 2003).

Nas regiões semi-áridas do Nordeste, os animais de produção extensiva são criados em pastagem nativa e sem suplementação alimentar, com o efetivo caprino composto, em grande parte, por animais do tipo Sem Padrão Racial Definido (SPRD), de raças exóticas (Saanen, Anglo Nubiana, Alpina, Toggenburg e Boer) e de raças e tipos nativos (Canidé,

Marota, Azul, Repartida) (WANDERLEY *et al.*, 2003). A raça Saanen, mesmo originária do Vale de Saanen (Suíça), apresenta a maior expansão geográfica do mundo, sendo encontrada em todos os continentes. Estes animais de aptidão leiteira têm-se adaptado muito bem às condições brasileiras, estimando-se que no Brasil existam 70.000 exemplares de animais mestiços e 5.000 animais puros (THOLON, 2001; SANTOS, 2003).

Silva e Medeiros (2003) concluem que o ecossistema caatinga possui potencial forrageiro que pode ser bem utilizado; entretanto, necessita ser conhecido e estudado como alternativa que venha aumentar a produção animal. Rodrigues (1988), estudando as características da produção de leite de cabra Parda Alemã, Anglo Nubiana e Sem Raça Definida (SRD), no Cariri paraibano, observou que a região semi-árida do Nordeste apresenta condições viáveis para exploração de animais com potencial para a produção de leite. Esta conclusão também é referida por Oliveira (1992), pela constatação de que cabras leiteiras puras têm melhores condições de expressar suas potencialidades produtivas em regiões de clima ameno, como em algumas regiões de microclima no semi-árido nordestino. Este autor também afirma que a obtenção de altos índices de produtividade requer normas de alimentação e manejo, critérios imprescindíveis para o sucesso na exploração de caprinos leiteiros.

2 Características nutricionais do leite de cabra

Do ponto de vista nutricional, trabalhos destacam a importância do leite de cabra na alimentação, devido à sua maior digestibilidade, características dietéticas e terapêuticas (FURTADO, 1981; NOGUEIRA, 1990; WALKER, 1991; CHANDAN *et al.*, 1992; URBIENE *et al.*, 1997; FISBERG *et al.*, 1999; HAENLEIN, 2003).

Pesquisas conduzidas por vários autores demonstram diferenças no teor de lipídios entre o leite de cabra e o de vaca, e nas concentrações de proteínas, extrato seco total, cinzas e vitaminas. O leite de cabra apresenta densidade mais elevada do que o de vaca, com valores máximos de, respectivamente, 1.034 e 1.032 g/l. Com relação ao pH, de acordo com Olmedo *et al.* (1980), o leite de cabra apresenta média ligeiramente inferior ao de vaca, oscilando entre 6,3 e 6,6. Quanto ao teor de acidez, de acordo com Furtado (1981) e Damásio *et al.* (1987), o leite de cabra apresenta-se mais ácido que o de vaca, devido às diferenças entre os grupos carboxílicos das duas espécies, podendo, este índice, também ser utilizado como indicador do seu estado de conservação, variando entre 0,11 e 0,18°D (JENNESS, 1980).

As proteínas do leite de cabra são formadas principalmente pela α -lactoalbumina, β -lactoalbumina, β -caseína, κ -caseína, α -S₁caseína e α -S₂caseína, as quais se assemelham aos homólogos do leite de vaca. Entretanto, no leite de cabra, a β -caseína representa 55% da composição destas proteínas, enquanto a α -S₁caseína apresenta-se com maior percentual no leite bovino (DEVENDRA, 1980; FISBERG *et al.*, 1999; MORGAN *et al.*, 2000). Supõe-se que as proteínas do soro (α -lactoalbumina; β -lactoalbumina) de ambas as espécies pecuárias se apresentam estruturalmente diferenciadas. Além deste fato, as variações percentuais destas duas frações protéicas, provavelmente explicam a sua melhor tolerância em crianças portadoras de quadros alérgicos ao leite de vaca.

Jaubert *et al.* (1999) e Pierre *et al.* (1999), analisando o efeito das características físico-químicas na organização estrutural da micela da caseína do leite de cabra, observaram diferenças na composição caseínica deste leite, a qual se apresentava dependente da participação do fosfato de cálcio. Clark e Sherbon (2000) também confirmam que as concentrações α -S₁caseína no leite caprino sofrem influência de fatores genéticos, a qual está relacionada com o tamanho da micela e com as propriedades de coagulação. Os autores

afirmam que leite de cabra com baixo teor α -S₁caseína apresenta menor rendimento do coalho, tempo de coagulação mais longo, maior labilidade ao calor e menor firmeza da coalhada, características que explicariam os benefícios na digestibilidade humana. Marletta *et al.* (2003) observaram que a redução do conteúdo da α -S₂caseína no leite de cabra determinou uma diminuição do potencial alergênico da fração caseínica, estando diretamente interligado com o polimorfismo genético na síntese metabólica dos alelos. Contudo, Bidat *et al.* (2003), estudando o efeito alergênico de leite em crianças, ressaltaram a necessidade de mais estudos a respeito dos processos alérgicos originados pela ingestão de leites. Segundo Grosclaude (1995), a grande variedade do polimorfismo genético das caseínas acrescenta maior complexidade na determinação da proteína responsável pela reação alérgica.

Com relação aos aminoácidos, pesquisas evidenciam que o leite caprino apresenta um perfil de aminoácidos similar ao leite de vaca e ao leite humano, estando os aminoácidos essenciais equilibrados e de acordo com os requisitos da FAO-WHO (DAMÁSIO *et al.*, 1987). Entretanto, Barrionuevo *et al.* (2002) observaram conteúdos mais elevados de cisteína em leite de cabra (83 mg/100 g) do que em leite de vaca (28 mg/100 g).

No tocante ao valor energético, o leite de cabra fornece cerca de 750 Kcal/l, sendo semelhante aos outros leites utilizados na alimentação humana (JENNESS, 1980; MEHAIA e AL-KAHNAL, 1989; DAMÁSIO *et al.*, 1987; MORÓN *et al.*, 2000). Ainda com relação ao valor nutritivo, Devendra (1980), Mahieu *et al.* (1977) e Prata *et al.* (1998), afirmam que o leite de cabra contém duas vezes maior quantidade de nitrogênio não protéico (NNP) que o leite de vaca, correspondendo à média de 40 mg/100g de NNP e equivalendo a cerca de 0,25% de proteína. Nele, 65% deste correspondem à uréia, o que provavelmente justifica a maior digestibilidade e absorção das proteínas do leite de cabra. Neste sentido, Sawaya *et al.* (1984), na Arábia, avaliaram a digestibilidade deste leite *in vitro*, obtendo valores de 86,2 e 87,0%, e o PER — Protein Efficiency Ration com índices de 2,57 e 2,84.

Vários autores demonstram diferenças, no teor de gordura, entre o leite de cabra e o de vaca, tanto do ponto de vista quantitativo quanto do ponto de vista físico, devido a diversos fatores; entre os quais, os genéticos, sendo relatados valores entre 2,0% e 8,0% de gordura no leite de cabra. Quanto ao aspecto físico, os glóbulos de gordura do leite de cabra se apresentam menores, o que pode explicar a sua maior digestibilidade, levando à suposição de que as lipases atuam nas gorduras com maior rapidez devido a uma maior área de exposição (OLMEDO, *et al.*, 1979; DARTON-HILL *et al.*, 1987, CHANDAN *et al.*, 1992).

Segundo Jenness (1980), os lipídeos do leite caprino exibem consideráveis diferenças com o leite de vaca, apresentando valores mais elevados de ácido butírico (C4:0), capróico (C6:0), caprílico (C8:0), cáprico (C10:0), láurico (C12:0), mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), linoléico (C18:2), teores mais baixos de esteárico (C18:0) e ácido oléico (C18:1). O leite caprino excede o bovino em monoinsaturados (MUFA), polinsaturados (PUFA). Jandal (1996) e Fontecha *et al.* (2000) ressaltam que o leite caprino contém maior proporção de ácidos graxos de cadeia curta e média (57%) comparado ao leite de vaca (50%), com o C10:0 apresentando maior diferença entre eles.

Chin *et al.* (1992) observaram valores superiores de ácido linoléico conjugado (CLA) no leite de cabra quando este era comparado com o de vaca, cujos valores eram de 6,1 e 4,5 mg/100 g de gordura, respectivamente. A este ácido graxo de origem animal tem sido atribuído propriedades anticarcinogênicas, antiaterogênica, antilipogênica e com propriedades imuno-supressivas (WILLIAMS, 2000). A gordura do leite é a maior fonte natural de CLA entre os alimentos que compõem a dieta humana. Mir *et al.* (1999) observaram um incremento nos teores de CLA, em amostras de leite de cabra submetidas a dietas manipuladas com uso do óleo de canola.

A composição lipídica do leite caprino pode sofrer influência de diferentes tipos de manejo alimentar. Cabras alimentadas com níveis altos de forragens originam conteúdos

mais elevados de C4:0, C6:0, C18:0, C18:1, C18:3 e C20:0. Todavia, níveis elevados de alfafa produzem valores mais baixos de trans-C18:1. Conclui-se que, diminuindo-se o conteúdo de fibra e aumentando-se grãos na ração diária dos animais, isto conduz a teores mais altos deste ácido graxo. Baixos níveis de trans-C18:1 são considerados benéficos para saúde humana, pois altos teores deste ácido graxos, contribuem para patologias cardiovasculares (LE DOUX, 2002).

A composição do leite de cabra vem sendo estudada por pesquisadores de várias partes do mundo. Entretanto, existem lacunas de informações sobre a composição química em regiões tropicais e em suas microrregiões, sobretudo a influência dos múltiplos fatores, como raça, mestiçagem, ambiente e período de lactação sobre a qualidade do leite produzido. Valores médios da composição química do leite de cabra de diferentes raças, pesquisados em diversos países estão apresentados nas Tabela 1.

A raça e o grau de mestiçagem têm sido objetos de estudo, no qual, são observadas diferenças nos constituintes químicos do leite, em função do genótipo do animal.

Pesquisas demonstram que os teores de proteína e lipídeos são os principais constituintes que sofrem influência do efeito racial. Queiroga (1995), Ferreira (1996), Brito (1999) e Dantas (1999) observaram diferenças significativas na composição química entre raças e grupos raciais (Tabela 2). Chornobai *et al.* (1999), Prasad e Sengar (2002) obtiveram resultados similares, estudando animais mestiços da raça Saanen, animais da raça Barbari com cruzamentos com Jamunapari, Beetal e Black Bengal, respectivamente.

A fase de lactação constitui-se, também, fator de variação nas características da composição do leite. Ferreira (1996), Brito (1999) e Dantas (1999) verificaram que os valores de proteína, lipídios e lactose mostram um incremento com o decorrer da lactação. Este comportamento foi semelhante ao observado por Rota *et al.* (1993), Aganga *et al.* (2002) e

Prasad e Sengar (2002). Já Soryal *et al.* (2003) observaram incremento de ácidos graxos de cadeia curta e longa com o avanço da lactação em amostras de leite de cabras Alpinas.

Tabela 1 - Valores médios (%) da composição química do leite de cabra de diferentes raças em diversos países

Raça	País	Constituintes (%) ¹					Referências
		PT	LI	LA	EST	CZ	
Saanen	Grécia	3,1	-	4,3	11,1	0,8	Anifantakis e Kandarakis (1980)
Greek		3,8	-	4,8	14,8	0,7	
Saanen + Nadji	Irã	3,9	3,7	-	12,3	0,8	Karim e Lofti (1987)
Toggenburg	Irlanda	3,6	4,1	-	12,2	0,7	Espie e Mullan (1990)
Saanen	Portugal	3,3	3,6	4,6	12,1	0,8	Barbosa e Miranda (1986)
Barbari	Índia	3,7	5,2	3,9	13,6	0,8	Koushik e Gupta (1989)
Beetal		4,0	3,2	3,6	11,7	0,7	
Black Bengal		3,8	6,1	4,1	14,7	0,9	
Anglo Nubiana	Chile	3,6	4,4	4,1	12,9	0,7	Pinto <i>et al.</i> (1984)
Parda Alpina	Itália	2,9	3,3	-	11,4	0,8	Castagnetti <i>et al.</i> (1984)
Veratá	Espanha	3,5	4,6	-	13,4	-	Rota <i>et al.</i> (1993)
Murciana Granadina	Espanha	3,5	5,4	4,5	-	-	Falagan <i>et al.</i> (1991)
Parda Alpina	Taiwan	3,1	3,4	4,4	11,5	-	Sung <i>et al.</i> (1999)
Anglo Nubiana		4,1	4,5	4,2	13,6	-	
Saanen	Índia	3,2	2,5	4,6	11,1	-	Prasad e Sengar (2002)
Toogenburg		3,2	3,5	4,6	11,6	-	
Barbari		3,7	5,1	5,5	15,0	-	
Barbari x Jamunapari	Índia	3,8	4,8	5,2	14,6	-	Prasad e Sengar (2002)
Barbari x Beetal		3,4	5,0	5,5	14,6	-	
Barbari x Black Bengal		3,9	5,6	5,5	15,7	-	
Saanen	França	3,2	3,4	4,6	11,8	-	Morgan <i>et al.</i> (2003)
Anglo Nubiana	Brasil	3,2	4,8	5,3	-	-	Bueno <i>et al.</i> (1991)
Saanen	Brasil	3,0	2,7	-	11,5	0,8	Faria (1987)
Saanen+Parda Alpina	Brasil	-	3,5	4,3	12,2	0,7	Bonassi <i>et al.</i> (1997)
Saanen+Anglo Nubiana+ Toggenburg+ Parda Alpina+La Mancha	Estados Unidos	3,1	2,6	4,5	12,4	0,8	Guo <i>et al.</i> (2003)

¹constituintes: PT-proteína; LI-lipídeos; LA-lactose; EST-extrato seco total; CZ-cinzas

O manejo alimentar tem sido considerado como premissa determinante da produção e composição do leite caprino, estando diretamente relacionado com a quantidade e qualidade da dieta ofertada. Kitessa *et al.* (2001), Sanz Sampelayo *et al.* (2002) e Malau-Aduli *et al.* (2003), avaliando o efeito de dietas, com diferentes fontes de ácidos graxos em

cabras leiteiras, concluíram que os parâmetros nutricionais e de produção foram modificados em função da dieta, associados com metabolismo fisiológico, envolvendo processos de bio-hidrogenação ruminal.

Tabela 2 - Composição química do leite de cabra em estudos realizados na região Nordeste do Brasil

Grupos Raciais	Constituintes (%) ¹					Referências
	PT	LI	LA	EST	CZ	
Saanen	3,09 a	4,60 a	4,16 a	12,75 a	0,68 a	Queiroga (1995)
Parda Alpina	3,19 a	4,90 a	4,11 a	13,09 a	0,70 a	
Anglo Nubiana	3,25 a	5,50 b	4,26 a	13,90 b	0,74 b	
Parda Alpina	3,55 a	4,96 a	3,94 a	13,84 a	0,72 b	Ferreira (1996)
Anglo Nubiana	3,01 c	4,44 b	4,00 a	13,15 b	0,72 a	
Bristh Apine	3,06 b	3,90 c	4,01 a	12,73 c	0,72 c	
Murciana Granadina - PC ²	2,91 b	5,42 ab	4,94 b	12,78 b	0,73 a	Brito (1999)
Murciana Granadina - PO ³	3,16 a	5,88 a	5,10 ab	13,66 a	0,67 b	
Murciana Granadina - ME ⁴	3,07 a	5,16 b	5,17 a	13,02 b	0,74 a	
Parda Alpina ½	3,59 ab	4,23 a	3,01 c	12,19 abc	0,72 a	Dantas (1999)
Parda Alpina ¾	3,10 c	3,93 a	3,07 bc	12,05 abc	0,76 a	
Saanen ½	3,28 bc	3,80 a	3,09 abc	11,64 c	0,74 a	
Saanen ¾	3,15 c	3,70 a	3,12 abc	11,81 c	0,76 a	
Toggenburg ½	3,79 a	4,10 a	3,27 ab	13,07 a	0,76 a	
Toggenburg ¾	3,15 c	3,75 a	3,32 a	12,02 bc	0,69 a	
Sem Raça Definida -SRD	3,61 ab	4,25 a	2,93 c	12,90 ab	0,76 a	

¹constituintes: PT-proteína; LI-lipídeos; LA-lactose; EST-extrato seco total; CZ-cinzas

² Animais puros por cruzamentos

³ Animais puros por origem

⁴ Animais mestiços com SRD

Quanto ao conteúdo mineral, a porcentagem de cinzas do leite de cabra (0,70 a 0,85%) é ligeiramente maior que a do leite de vaca e de búfala (DEVENDRA, 1980). Desta forma, Dias *et al.* (1995), analisando o leite de cabra, encontraram 0,82% de cinzas, com teores médios de Ca de 111 mg/100mL, K de 206 mg/100mL e Na de 45 mg/100mL. Salem *et al.* (2000) registraram valores de 133, 185 e 44 mg/100mL para o Ca, K e Na, respectivamente, em amostra de leite da raça Damasqui. Com relação à quantidade dos elementos-traços, o leite de cabra mostra teor semelhante ao leite de vaca, porém com menor

teor de Co, estando relacionado com a taxa reduzida de vitamina B₁₂. O teor de ferro apresenta-se similar ao do leite de vaca (CHANDAN *et al.*, 1992; MORÓN *et al.*, 2000).

3 Características microbiológicas do leite de cabra

O controle higiênico-sanitário do leite de cabra influi diretamente no produto *in natura* e beneficiado, pois a sua produção sob condições inadequadas de higiene torna-o veículo de transmissão de doenças à população consumidora, além de ser um fator deletério na elaboração de produtos de boa qualidade (FURTADO, 1981; DARTON-HILL *et al.*, 1987; CARVALHO, 1998; DELGADO-PERTINEZ *et al.*, 2003).

Segundo Simplício e Wander (2003) e Guimarães e Cordeiro (2003), a carência de aplicação de tecnologias adequadas, somada à não utilização de padrões de controle higiênico-sanitário do leite de cabra e seus derivados no Brasil, têm-se constituído como os principais obstáculos ao desenvolvimento do setor de laticínios especializados em produtos caprinos. O desenvolvimento deste setor produtivo encontra-se vinculado à melhoria da estrutura de comercialização e à aplicação de tecnologias viáveis aos padrões de qualidade exigidos.

Silva *et al.* (1999), avaliando a qualidade microbiológica do leite da cabra pasteurizado e comercializado na cidade de Recife (PE), constataram que, de 5 marcas comerciais estudadas, 2 não atenderam à legislação relativa aos limites para Contagem Total de Bactérias, Coliformes Totais e Fecais, ressaltando-se o risco à saúde do consumidor. Aspectos microbiológicos sobre a qualidade do leite de cabra *in natura* são relatados por Oliveira *et al.* (1982) em pesquisa realizada em Maricá-RJ, onde os resultados obtidos para as bactérias mesófilas situaram-se entre $0,1 \times 10^5$ e $0,1 \times 10^7$ UFC/mL; $0,1 \times 10^3$ e $0,3 \times 10^6$

UFC/mL para psicrófilos e 0 e 2,400 para Coliformes Totais e Fecais/mL, indicando, assim, condições higiênicas inadequadas do leite estudado.

Características do leite de cabra coletado em fazendas da Grécia, Portugal e França foram avaliadas por Morgan *et al.* (2003), revelando variabilidade nos resultados de acordo com o método de manejo adotado, obtendo-se os seguintes valores: Grécia e Portugal (sistema extensivo) – $3,6 \times 10^7$ e $4,0 \times 10^7$ UFC/mL para Contagem Total; $1,8 \times 10^6$ e $2,6 \times 10^6$ UFC/mL para Coliformes e $1,7 \times 10^5$ e $7,6 \times 10^4$ UFC/mL para *Staphylococcus* coagulase (+), respectivamente. Enquanto que, na França (sistema intensivo), detectaram-se valores de: $1,8 \times 10^5$ UFC/mL para Contagem Total; $1,4 \times 10^2$ UFC/mL para Coliformes e $2,7 \times 10^2$ UFC/mL para *Staphylococcus* coagulase (+). Os autores ressaltam que os sistemas de produção de leite de cabra, modos de transporte *in natura*, procedimentos aplicados na recepção e armazenamento são decisivos na qualidade do produto final, necessitando-se de pesquisas para definição de recomendações tecnológicas. Na Espanha, Delgado-Pertinez *et al.* (2003), estudando o efeito do manejo higiênico-sanitário na qualidade do leite de cabra em sistemas semi-extensivos, observaram que fazendas com aplicação de manejo adequado obtiveram qualidade bacteriológica aceitável. Também foi observado que outros fatores, como ambientais, raça e existência de mastite subclínica, foram determinantes do perfil microbiológico do leite.

Hunter e Cruickshank (1984), na Escócia, observaram que a ocorrência de microrganismos patogênicos e o elevado nível de células somáticas encontradas no leite de cabra se devem, provavelmente, a infecções do úbere do animal, à inadequação de procedimentos higiênicos e às condições de sua obtenção. Observações semelhantes foram feitas por Ryan e Greenwood (1990) na Austrália, em rebanhos das raças Saanen, Toggenburg e Parda Alpina, sendo verificada a predominância dos gêneros *Staphylococcus*, *Streptococcus* e organismos do grupo Coliformes. Concluíram que a infecção mamária contribui para

contaminação do leite, vinculando-a a práticas de manejo inadequadas. Da mesma forma, De Buyser *et al.* (1987), analisando amostras de leite de cabra provenientes de animais afetados por mastite, associam a incidência de *Staphylococcus aureus* à infecção do úbere.

Barros e Leitão (1992) verificaram a influência da mastite induzida por *Staphylococcus aureus* sobre as características físico-químicas do leite de cabra, observando diminuição dos seguintes valores: densidade (1.022,5 a 1.023,5 a 15 g/cm³); acidez (6,1 a 14,5°D); cloretos (1,0 a 3,9%); e lactose (1,0 a 1,1%). Neste sentido, a partir do conhecimento dos valores de cloretos e lactose, sugere-se o grau de sanidade do leite, o qual pode ser proveniente de processos patológicos como a mastite crônica (DIAS *et al.*, 1995).

Barbosa e Miranda (1986), em Portugal, analisando amostras de leite de cabra, obtiveram os seguintes valores médios para os parâmetros microbiológicos: bactérias aeróbias mesófilas $2,0 \times 10^6$ (col/mL); bactérias proteolíticas $2,0 \times 10^6$ (col/mL); bolores e leveduras $2,0 \times 10^3$ (col/mL); *Staphylococcus aureus* positivos em 59%, entre 10^0 a 10^{-1} mL; e Coliformes positivos em 77%, entre 10^{-3} e 10^{-5} mL. Os autores também observaram que a ordenha mecânica, controle rigoroso do rebanho e a aplicação sistemática de práticas de higiene constituem procedimentos adequados para obtenção de produtos de boa qualidade.

Leite de cabra, na Índia, foi pesquisado por Mallikeswaran e Padmanaban (1989), isolando-se cepas dos gêneros *Staphylococcus* e *Streptococcus* que, segundo os autores, refletem a possibilidade dessa contaminação ser decorrente da ordenha ou poluição da água. Sua qualidade, sob o ponto de vista microbiológico, no Nordeste da Irlanda, de acordo com Espie e Mullan (1987), foi considerada satisfatória, tendo em vista os resultados obtidos: bactérias mesófilas $6,5 \times 10^3$ UFC/mL, contagem de Coliformes $2,6 \times 10^3$ NMP/mL, e bolores e leveduras $8,5 \times 10^0$ a $6,0 \times 10^5$ UFC/mL. Discordando desse resultado, Darton-Hill *et al.* (1987) consideraram de baixa qualidade microbiológica o leite de cabra produzido na Austrália.

Segundo Muratori (2003), a listeriose, doença causada pela bactéria *Listeria monocytogenes*, constitui-se importante causa de perdas econômicas em vários países por aborto, septicemia e meningoencefalite em pequenos ruminantes, além de ser considerada como importante agente etiológico de mamite. Esta bactéria apresenta-se amplamente distribuída no meio ambiente, com notável capacidade de sobrevivência em condições adversas e elevada patogenicidade, constituindo-se como importante patógeno para saúde pública. O autor ressalta que, devido à escassez de trabalhos científicos no Brasil sobre esta bactéria, torna-se necessária à realização de pesquisas para detectar a sua ocorrência, e, a partir daí, estabelecer medidas eficazes de controle e prevenção da listeriose. Vários alimentos têm sido incriminados em surtos, dentre os quais, alimentos lácteos, observando-se considerável incidência em leite, tanto *in natura*, quanto no pasteurizado e em queijos (MENENDEZ *et al.*, 1997).

Zundel *et al.* (2000), analisando amostras de leite caprino, detectaram a incidência de 8,1% de amostras positivas para *Listeria monocytogenes*, admitindo-se uma possível contaminação durante o beneficiamento do leite. Silva *et al.* (2003), analisando amostras de queijo Minas Frescal, detectaram a ocorrência do gênero *Listeria* em 50% das amostras do leite cru, 33,3% em amostras coalhadas, 16,7% em amostras de leite pasteurizado e 16,6% em amostras de queijo. A espécie *Listeria monocytogenes* foi identificada em 16,7% das amostras de leite cru. Catão e Ceballos (2001), investigando a qualidade microbiológica do leite *in natura* e na linha de produção de uma usina de beneficiamento em Campina Grande (PB), verificaram a presença de *Listeria* em 73,3% das amostras do leite cru, 30% das amostras do leite pasteurizado, sendo identificadas *L. monocytogenes* em 51% das amostras. As autoras observaram relação direta entre altos índices de Coliformes e a presença de *Listeria*.

Apesar das considerações anteriormente citadas acerca da espécie caprina, ainda são escassos, na literatura nacional, informações e dados relativos às análises microbiológicas e aos níveis padronizados de microrganismos, aceitáveis no leite de cabra cru ou processado.

4 Características sensoriais e aromáticas do leite caprino

O leite de cabra caracteriza-se pelo aroma e sabor agradáveis ou desagradáveis ao paladar humano, segundo hábitos de ingestão. Entretanto, o sabor caprino acentuado muitas vezes indesejável, constitui-se como um dos fatores de recusa. Apesar dos fatores que implicam na formação do sabor do leite caprino não serem ainda bem conhecidas, alguns estudos têm sido realizados, relacionando-os à sua composição química, genética do animal e formas de manuseio do produto, com a conseqüente produção do sabor característico.

Desta forma, Chilliard *et al.* (1984), Arora e Singh (1986) e Haenlein (1988), estudando as características do sabor do leite de cabra, verificaram que podem ser atribuídas aos lipídios, particularmente ácidos graxos de cadeia curta (caprílico - C6:0, capróico - C8:0 e cáprico - C10:0) com teores quase três vezes maiores que no leite de vaca, tornando-os química e fisiologicamente distintos. O leite caprino apresenta maior concentração de glóbulos de gordura de menor tamanho (1,5 μ), enquanto glóbulos maiores que 3,0 μ são encontrados no leite de vaca em maior concentração. O tamanho dos glóbulos de gordura e a fragilidade da membrana do leite de cabra favorecem maior vulnerabilidade à lipólise, podendo explicar parcialmente sua maior digestibilidade, que pode estar associada ao desenvolvimento do sabor acentuado resultante de ácidos graxos voláteis (OLMEDO *et al.*, 1979; CERBULIS *et al.*, 1982; DARTON-HILL *et al.*, 1987; CHANDAN *et al.*, 1992; ATTAIE e RICHTER, 2000).

Pesquisas vêm apresentando que os componentes-chave responsáveis pelo sabor especial do leite caprino estão relacionados com os lipídeos e o a lipólise, estando os percentuais do ácido graxo hexanóico, octanóico e decanóico diretamente implicados. A presença do ácido graxo ramificado 4-metiloctanóico (ácido hircinóico) e 4-etiloctanóico representa importante potencial aromático, devido a significativa volatilidade, detectado no leite caprino e em queijos maturados, verificando-se baixas quantidades destes compostos no leite bovino. Estudos sugerem que estes ácidos graxos ramificados podem, também, estar associados a componentes essenciais de hormônios sexuais, tanto da fêmea quanto do macho. No leite, valores elevados de 4-metiloctanóico e 4-etiloctanóico podem contribuir para a formação do sabor caprino proeminente (DELACROIX-BUCHET *et al.*, 2000).

Delacroix-Buchet *et al.* (2000) ressaltam, ainda, que a estocagem do leite está relacionada com o desenvolvimento do sabor acentuado, devido à ação das lipases microbianas presentes ao leite. Salienta-se ainda, que, os fatores que afetam as características sensoriais do leite caprino estão diretamente associados, principalmente, às características genéticas do animal, parâmetros fisiológicos, microbiota ruminal e aplicação de diferentes manejos.

Jaubert *et al.* (1997), estudando características químicas e sensoriais do leite caprino de quarenta rebanhos de Saanen, na França, concluíram que a intensidade do sabor varia significativamente em função do estágio de lactação, maior conteúdo de gordura, contagem de células somáticas e elevado teor de ácidos graxos livres. Observaram, também, que os fatores, raça, tamanho do rebanho, pH, acidez e concentração protéica não apresentaram influência nos atributos sensoriais, demonstrando, desta forma, estreita relação entre os lipídeos/lipólise e o sabor acentuado do leite caprino.

Gulati *et al.* (1997), Mir *et al.* (1999) e Sanz Sampelayo *et al.* (2002), analisando amostras de leite de cabras alimentadas com diferentes fontes e concentrações de lipídeos,

verificaram influência significativa da composição de ácidos graxos dos leites estudados. Segundo os autores, mudanças no manejo alimentar pode agregar valor nutritivo ao leite de cabra, com a obtenção de um perfil lipídico mais favorável.

Allogio *et al.* (2000) e Morgan *et al.* (2000), estudando o efeito do tratamento térmico na composição química e no sabor do leite de cabra, observaram que este produto é mais sensível a processos térmicos com altas temperaturas, devido, provavelmente, às concentrações de Ca livre e pH. Estudaram, também, tais efeitos na formação dos complexos entre a β - lactoglobulina e a κ -caseína, constatando estarem diretamente relacionados com os compostos responsáveis pelo sabor, conforme foi referido por Guichard e Langourieux (2000) e Valero *et al.* (2001).

Ainda Arbiza (1986) e Haenlein (1988) relatam que o manuseio do leite de cabra posterior à ordenha reveste-se de grande importância na intensidade do sabor, por ser ele, como o de outros mamíferos, muito suscetível a odores estranhos, oriundos do ambiente e dos próprios alimentos ingeridos pelo animal, os quais, por sua vez, também interferem na composição química dos nutrientes. Esta consideração está de acordo com o reportado por Badings (1991), com relação ao leite de vaca.

Segundo Smith *et al.* (1984), outro fator que influi no sabor do leite caprino está ligado à presença do macho, apresentando-se notoriamente como produtor de odores desagradáveis, constituindo-se, na maioria das vezes, um fator ambiental responsável pelo sabor caprino acentuado do leite. Segundo os autores, os odores almiscarados dominantes no macho são provenientes da secreção de pequenas glândulas sebáceas, adjacentes à pele, na base dos chifres, as quais se hipertrofiam durante o período de acasalamento.

Ainda com relação ao manejo de ordenha, autores afirmam que a qualidade microbiológica do leite está diretamente relacionada com as condições higiênico-sanitárias de sua obtenção, apresentando-se como decisiva na qualidade do produto final. Ressaltam

também, que estas condições podem influir nas características sensoriais, com produção de sabores e aromas desejáveis ou não, além de veicular zoonoses, enfatizando-se a necessidade de mais pesquisas nessa área, visando orientar autoridades sanitárias e produtores sobre as práticas adequadas de produção e beneficiamento (GOMES *et al.*, 1997; CARVALHO, 1998 BOYAZOGLU e MORAND-FEHR, 2001).

4.1 Sabor e odor – análise sensorial e instrumental

A análise sensorial de alimentos e produtos alimentícios é tão antiga quanto à humanidade. Em particular, o odor tem sido intensamente usado como critério de seleção de alimentos. A atratividade do odor de certos produtos e o modo como os compostos são formados durante os mais variados processos, como cozimento, torrefação e etc., vêm sendo estudados desde o século XIX.

O termo sabor se refere aos compostos químicos responsáveis ao estímulo ou a própria estimulação dos receptores biológicos. Os consumidores consideram o sabor como uma das principais propriedades sensoriais, sendo decisivas na seleção, aceitação e ingestão dos alimentos (FISHER e SCOTT, 1997).

A ABNT (1993) define como sabor (*flavour*) a experiência mista, mas unitária, de sensações olfativas, gustativas e táteis percebidas durante a degustação, influenciada pelos efeitos táteis, térmicos, dolorosos e/ou cinestésicos, enquanto o termo *off-flavour* refere-se ao sabor estranho, não característico. Em geral, o termo sabor surgiu para o uso que implica a percepção integrada global de todos os sentidos que participam (olfato, gosto, visão, audição e tato) no momento de consumir o alimento (FENNEMA, 1993; STEPHAN *et al.*, 2000). Já o termo odor refere-se à propriedade organoléptica perceptível pelo órgão olfativo quando

certas substâncias voláteis são aspiradas, enquanto o odor estranho (*off-odour*) está relacionado com o odor não característico (ABNT, 1993).

As substâncias aromáticas representam um amplo campo de estruturas químicas derivadas dos principais constituintes dos alimentos, sendo suas características peculiares capazes de estimular os receptores dos reflexos do gosto e do odor, para produzir uma resposta sincronizada e integrada, denominada de sabor (Ilustração 1).

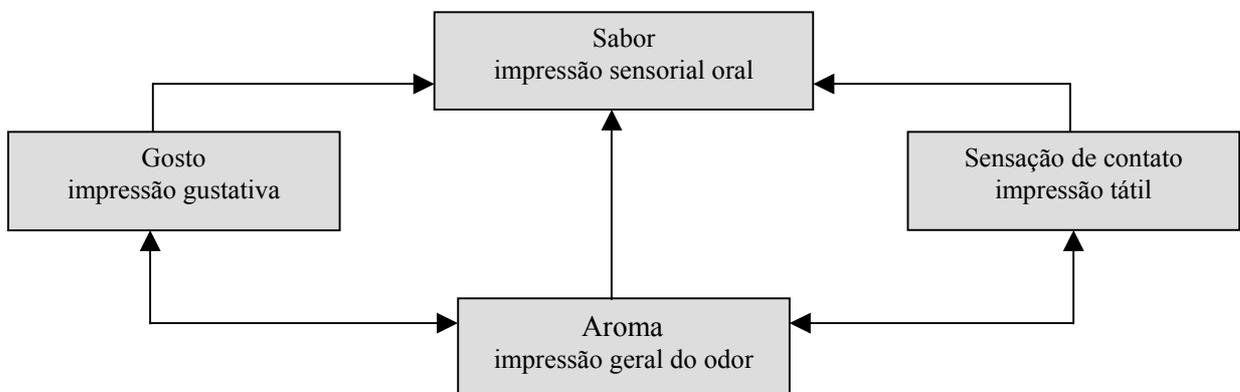


Ilustração 1 – Definição e interação entre sabor, aroma, gosto e sensação de contato. Adaptado de Stephan *et al.* (2000).

A capacidade das células do epitélio olfativo da cavidade nasal para detectar quantidades mínimas de substâncias voláteis permite dar conta das variações quase ilimitadas de intensidade e qualidade dos odores e sabores. As papilas gustativas localizadas na língua e na parte posterior da cavidade oral possibilitam aos humanos experimentar as sensações de doce, ácido, salgado e amargo, as quais contribuem no componente gustativo do sabor. As respostas não específicas do nervo trigêmeo, também proporcionam uma contribuição importante na percepção do sabor mediante a detecção de sensações, como picante, fria, repulsa ou atributos agradáveis, assim como outras sensações induzidas quimicamente. As

sensações indiretas ou não químicas (luz, som e tato) influem também na percepção dos sabores e odores e, conseqüentemente, na aceitabilidade dos alimentos (FISHER e SCOTT, 1997).

A análise sensorial é desenvolvida com a aplicação de metodologias de avaliação que utilizam testes específicos de acordo com a finalidade e o objeto em estudo. Estes testes englobam testes de afetivos, de aceitação, também chamados de testes de consumidores, têm o objetivo, entre outros, de verificar o posicionamento do produto no mercado. A análise descritiva (ADQ) é outro método de análise sensorial, no qual avalia-se o produto (atributos), qualitativamente e quantitativamente, por um grupo de provadores treinados. Neste teste são desenvolvidos os descritores, que são palavras ou termos que descrevem atributos, como aparência, odor, sabor e textura (FARIA e YOTSUYANAGI, 2002).

4.1.1 Sabor do leite

O leite fresco (cru ou pasteurizado) de boa qualidade possui características peculiares de sabor. Alguns fatores são responsáveis pelas propriedades sensoriais do leite, dentre os quais, as sensações agradáveis dos seus constituintes químicos e características físicas, como a emulsão dos glóbulos de gordura e da fase coloidal das proteínas, o binômio doce/salgado que resulta da lactose e dos sais presentes, e o delicado aroma causado pela presença de vários odores e de substâncias precursoras presentes a baixos níveis de concentração. Na década de 1950, o dimetil sulfito foi identificado como um dos mais importantes constituintes do aroma do leite fresco. Desde então, centenas de compostos voláteis têm sido identificados, alguns dos quais, contribuem para a formação do sabor do leite (VERNIN, 1982; BADINGS, 1991).

Muitos compostos formadores do sabor, presentes ao leite fresco, dentre eles: compostos carbonila, álcoois, ácidos graxos livres, compostos sulfurados, etc, são provavelmente produzidos no metabolismo animal. Entretanto, muitos voláteis podem ser transferidos das forragens ao leite via rúmen. A gordura do leite é um dos mais importantes nutrientes, sendo responsável pela origem de odores agradáveis ou desagradáveis. Ácidos graxos livres (maior parte formados por cadeias de C4 – C18) são liberados a partir de glicerídeos por ação das lipases do leite ou pelas lipases bacterianas, particularmente produzidas por bactérias psicotróficas. Alcanonas, apenas aquelas formadas por cadeias com números ímpares de C3 a C15, também oferecem importante contribuição ao aroma do leite. Sua origem é justificada a partir de processos de esterificações intramoleculares de 4- e 5-hidroácido graxo, causadas por processos térmicos (BADINGS,1991, HUERTA-GONZALEZ e WILBEY, 2001, WOUTERS *et al.*, 2002).

Produtos de auto-oxidação são formados devido à presença de ácidos graxos no leite, mediante reações não-enzimáticas de oxidações autocatalíticas, resultando na formação de hidroperóxidos, que podem ser degradados em produtos secundários, como os aldeídos e as cetonas, substâncias de grande relevância na formação do sabor do leite (NIJSSEN, 1997; ALLOGGIO *et al.*, 2000).

As proteínas e a lactose constituem também importantes fontes de formação de sabor do leite por processos químicos, enzimáticos e microbiológicos podem degradar estas moléculas levando a formação de diferentes voláteis. Compostos sulfurados - dimetil sulfito, dimetil disulfito, metanetiol, etc, podem ser formados pela ação do calor a partir da β -lactoglobulina e do material da membrana dos glóbulos de gordura. Podem, também, ser originados pela degradação da metionina, que ocorrem por exposição à luz visível. Compostos heterocíclicos, como piridinas, pirroles, pirazinas, furanos e maltol, são produzidos por reações de escurecimento não-enzimático, como as reações de caramelização

de açúcar e reações de *Maillard*. Também podem ser originados peptídeos, pela ação das proteinases do leite ou proteinases bacterianas (BADINGS, 1991; VALERO *et al.*, 1999, VALERO *et al.*, 2001).

Segundo Bendall e Olney (2001), concentrações representativas de 4-heptenal têm sido detectadas nos produtos lácteos, e, em pesquisa realizada, utilizando métodos sensoriais e instrumentais, concluíram que este composto apresenta importante contribuição aromática no leite fresco e no pasteurizado.

Os compostos voláteis do leite fresco e dos submetidos a diferentes tratamentos térmicos e sua relação com a formação de odores agradáveis, ou não, têm sido freqüentemente estudados. Os resultados apontam a identificação dos vários compostos voláteis do leite, estimam sua concentração e sua relevância na formação do sabor presente. Também têm sido reportados trabalhos sobre as mudanças na sua fração volátil e na produção do seu sabor, causadas por processos térmicos, deterioração resultante de microrganismos, processos enzimáticos ou de natureza química, apresentando-se de grande relevância para a indústria de laticínios (GOMES e MALCATA, 1998; VALERO *et al.*, 1999; ALLOGGIO *et al.*, 2000; MORGAN *et al.*, 2000).

Valero *et al.* (1999), analisando os componentes voláteis em amostras de leite, submetidos ao aquecimento convencional e em microondas, identificaram 72 compostos, dentre os quais: hidrocarbonetos, cetonas, aldeídos, ácidos e ésteres. Encontraram, também, traços de terpenos. Segundo Nursten (1991), 274 compostos voláteis são responsáveis pelas características aromáticas do leite e seus derivados, sendo os principais, hidrocarbonetos (43); aldeídos (33); cetonas (28); ácidos (43); ésteres (21) e lactonas (28).

O sabor indesejável, também denominado de *off-flavour*, pode ser observado quando certos compostos são adicionados às forragens e metabolizados pelo animal (VERNIN, 1982; BADINGS, 1991). O aumento nas concentrações de substâncias, como,

indol, mercaptanas, sulfitos, nitrilos e tiocianatos, todos associados ao *off-flavour* do leite, é encontrado em maiores concentrações quando os animais são alimentados com certas espécies de *Crucíferas*. Também se tem afirmado que, após a coleta do leite e durante a estocagem, antes do processamento, alguns lotes podem desenvolver sabores oxidativos, devido a processos de oxidação espontâneos ou rancidez lipolítica como resultado da ação das lipases presentes ao leite (NIJSSEN, 1997; TOUSSAINT, 1997).

Na literatura pesquisada os compostos voláteis identificados são em geral originados da matriz bovina. Vale ressaltar que nenhum trabalho foi encontrado sobre os voláteis do leite caprino. Desta forma, na Tabela 3, estão listados alguns dos principais voláteis identificados no leite bovino pasteurizado e esterilizado, relacionados com os precursores e com as respectivas respostas aromáticas, ou seja, o sabor característico.

Além das fontes citadas (constituintes químicos, uso de temperatura, processo de oxidação), os compostos formadores de sabor do leite podem também ser transferidos e/ou formados durante o processamento, empacotamento, estocagem e distribuição do leite. Entre outros agentes causadores, pode-se mencionar os produtos sanitizantes utilizados na indústria, os materiais de embalagens e vapores produzidos, originando sabor desagradável aos produtos dos laticínios. Em geral, a formação de *off-flavour* acontece em consequência do uso inadequado de substâncias, ou seja, utilização de produtos acima dos níveis toleráveis. Ressalta-se, também, a importância da escolha criteriosa das embalagens, visto que alguns materiais possuem permeabilidade, com a possibilidade de formação de *off-flavour* (NIJSSEN, 1997).

Na Tabela 4, estão citados os compostos aromáticos, identificados como responsáveis pelo *off-flavour* do leite.

Tabela 3 - Perfil aromático do leite pasteurizado e esterilizado (UHT)

Composto	Precursor ¹	Propriedades Aromáticas	Leite Pasteurizado		Leite UHT	
			V.A. ²	Impor- tância ³	V.A. ²	Impor- tância ³
Sulfito de hidrogênio	P, T	Ovo cozido	—	—	1	2
Acetaldeído	L	Iogurte	0.06	1	—	—
Metanetiól	T	Repolho cozido	—	—	0.05	1
Dimetil sulfito	L	Vaca	0.8	3	0.8	3
Diacetil	L, T	Manteiga	0.4	2	0.8	3
3-Metilbutanal	L	Malte, chocolate	0.2	1	0.4	2
2-Metilbutanal	L	Malte, chocolate	0.1	1	0.2	1
2-Pentanona	G, T	Acetona	S	0	0.3	1
Pentanal	G, O	Aldeído, pungente	0.04	0	0.2	1
2-Metilpropilmercaptana	P, T	Alho	—	—	0.1	1
Metil isotiocianato	L	Alho	—	—	n.d.	1
Dimetil disulfito	P, T	Repolho cozido	S	0	0.4	2
4-Penteno nitril	L	Biscoito	n.d.	1	—	—
2-Metil 1-butanol	L	Óleo de carro	0.6	2	0.3	1
2-Hexanona	T	Cetona, frutas	0.1	1	0.6	3
Etil isotiocianato	L	Sulfúrico	—	—	n.d.	1
Hexanal	O	Mato	0.2	1	0.3	2
Etil butanoato	L	Éster, frutas	0.2	1	—	—
Furfural	T	Mel	—	—	0.1	1
2,4-Ditiapentano	T	Mercaptana	0.1	1	0.2	1
2-Heptanona	G, T	Queijo Azul	S	0	1.5	4
(Z)-4-Heptanal	G, O	Creme	0.3	2	0.6	3
Heptanal	G, O	Óleo	0.1	1	0.1	1
Benzaldeído		Amêndoa	S	0	0.1	1
2,3,4-Tritiapentano		Mercaptana	—	—	n.d.	2
3-Butenil isotiocianeto		Ácido	n.d.	2	—	—
Benzonitrilo		Amêndoa	0.15	1	0.15	1
1-Octona-3-ona	O	Metálico	0.2	1	0.2	1
2-Octanona	T	Cetona, floral	s	0	0.06	1
1-Octeno-3-ol	O	Cogumelo	0.1	1	0.1	1
Octanal	G, O	Gordura	0.05	0	0.2	1
Acetofenona	T	Cola	S	0	0.1	1
2-Nonanona	G, T	Mato, gordura, cetona	S	0	1.2	4
Nonanal	G, O	Citrus, gordura	0.14	1	0.10	1
p-Cresol	L	Baquelit	0.07	1	0.07	1
(E)-2-nonenal	G, O	Sebo	0.5	2	0.5	2
Naftaleno	L	Cânfora	(s)	0	0.1	1
(E,E)-2,4-nonadienal	G, O	Gordura, óleo	0.3	1	—	—
Benziltiazola	L	Sulfúrico	S	0	0.1	1
4-Octanolida	G, T	Coco	0.05	0	0.25	1
5-Octanolida	G, T	Dôce	0.06	0	0.2	1
1-Decanal	G, T	fruta, umidade	S	0	0.13	1
2-Undecanona	G, T	Cetona, Floral	0,05	0	0,6	2

Fonte: adaptado de Badings (1991).

Precursor¹ : P, proteínas; G, gorduras; L, Leite como fonte; T, temperatura; O, oxidação

V.A.² : Razão entre a concentração do composto aromático na amostra e o valor limiar de Detecção (*Threshold*)

Importância³ : 0 - não contribui ou duvidoso; 1 - leve contribuição; 2 - moderada; 3 - forte; 4 - muito forte

Legenda: -, não detectado; n. d., não determinado; s, valor do aroma <0.04

Afora dados publicados sobre os voláteis do leite bovino, a exemplo da revisão de Badings (1991), recentemente, alguns trabalhos têm reportado compostos voláteis nos produtos derivados do leite, como os queijos. Lawlor *et al.* (2002), analisando oito tipos de queijos, reportaram as relações entre os atributos aromáticos destes queijos e as concentrações de compostos voláteis, aminoácidos livres, ácidos graxos livres, composição centesimal e os atributos de textura. O atributo aromático de “Cheiro de castanha” do queijo *Emmental* foi positivamente correlacionado com concentrações de ácido propiônico, acetato de etila e 2-pentanona.

Tabela 4 - Sabor não característico (*off-flavour*) do leite

Termo usado	Origem	Principal composto envolvido
Sabor de ração	Tipos específicos de forragens, silagens, etc	Dimetil sulfito, acetona, butanona, isopropanol, etanol, propanol
Cheiro de mato	Crucíferas	Indol, esquatole, sulfito, nitrilos, Tiocianatos
Sabor de vaca	Processos de cetose e acetonemia em vacas lactantes	Acetona, dimetil sulfito
Sabor transportado	Desinfetantes, embalagens	Clorofenol, clorocresol, cloroanisol
Sabor de fervura	Processos de fervura, UHT, esterilização/caramelização	H ₂ S, metilmercaptana, sulfitos, aldeídos saturados e insaturados, maltol, furanos, pirazinas
Sabor oxidado	Processos de oxidação de gordura, sebo, metais	Aldeídos e cetonas, vinil alquil cetonas, 2- alquenal, 2,4-alcadienal, (Z)-3-hexanal, alcanais, 2-alquenais
Rancidez lipolítica	Rancidez	Ácidos graxos livres
Sabor fecal	Falta de higiene	Dimetil sulfito
Sabor frutal	Bactérias psicotróficas <i>Pseudomonas fragii</i>	Etil butanoato, etil 3-metil-butanoato, etil hexoato
Sabor de malte	<i>Streptococcus lactis</i> var. <i>maltigenes</i>	3-metilbutanal, 2-metilbutanal, 2-metilpropanal
Sabor amargo	Atividade de proteinases termoresistente	Peptídeos
Sabor pútrido	Contaminação bacteriana severa	Sulfitos, tióis
Sabor fenólico	Esporos de <i>Bacillus circulans</i>	Cresóis
Sabor ácido	<i>Streptococcus</i> lácteos	Ácido láctico, Ácido acético
Sabor de goma	Reação de <i>Maillard</i>	O-Aminoacetofenona

Fonte: adaptado de Badings (1991).

Rycklik e Bosset (2001) relatam que o aroma típico do queijo *Gruyere* tinha como principais compostos: 2-/3-metil-butanal, metional, dimetil-trissulfito, fenilacetaldeído, 2-etil-3,5-dimetilpirazina, 2,3-dietil-5-metilpirazina, metanotiol, ácidos acético, propiônico, butírico, 3-metilbutírico e fenilacético. Reham *et al.* (2000) também citam os ácidos graxos, cetonas, aldeídos, ésteres, álcoois, lactonas e metional como as classes principais de voláteis de queijo *Cheddar*.

4.1.2 Determinação dos compostos voláteis

O primeiro composto formador do sabor identificado foi o benzaldeído, há mais de 150 anos. A vanilina, 50 anos mais tarde, foi isolada, identificada e sintetizada, sendo considerada um dos mais importantes compostos e um marco na indústria química de sabor. No início do século XX, foram identificados componentes voláteis de alguns alimentos. Esta identificação era baseada nas propriedades físicas e químicas de derivados, tais como: 3,5 dinitrobenzoato ou 2,4 dinitrofenilidrizona e o teste de cores. Estes estudos foram utilizados durante muitos anos, resultando na identificação de 30 compostos em diferentes matrizes ou substratos (MAARSE, 1991; MARSILI, 1997).

O perfil aromático de um alimento apresenta-se muito complexa, consistindo em um grande número de substâncias orgânicas, que estão presentes em concentrações muito pequenas, da ordem de ppm, ppb ou ppt e variam grandemente quanto a sua natureza química e valor de *threshold* (limiar mínimo de percepção, ou seja, a menor concentração necessária para o indivíduo detectá-la).

Diversos fatores influem na análise das substâncias responsáveis pelo sabor. Dentre elas, destacam-se: a presença em pequenas concentrações, a complexidade da mistura dos aromas (no café já são conhecidas mais do 800 compostos e mais de 1000 em carnes), a

variação de volatilidade (em altas pressões de vapor as volatilidades são extremas), a instabilidade de alguns compostos em diferentes condições (O₂, temperatura e pH) e a matriz alimentar (os voláteis estão frequentemente no meio intracelular, em equilíbrio dinâmico com outros constituintes dos alimentos). Estes fatores devem ser criteriosamente considerados nas análises instrumentais (MAARSE, 1997; MARSILI, 1997; FISHER e SCOTT, 1997; MOTTRAM, 1998).

O conhecimento da química do sabor pode ser considerado como um desenvolvimento relativamente recente da química analítica, tendo seu incremento com a evolução das técnicas instrumentais de análises, como o emprego de cromatografia gasosa e espectrometria de massa (CG-EM). Recentemente, um dispositivo para análises de voláteis (*Sniffing*), com a utilização do nariz humano (olfato), em conjunto ao cromatógrafo a gás, incrementou de maneira decisiva o uso de técnicas de cromatografia gasosa para identificação destes compostos. Esta técnica vem sendo denominada de *olfactory GC-techniques-GC/O*. A disponibilidade destes métodos instrumentais tem proporcionado meios para investigar, de forma definitiva, o campo das substâncias aromáticas (FENNEMA, 1993; MARSILI, 1997; STEPHAN *et al.*, 2000).

A análise de compostos aromáticos a partir de alimentos pode ser realizada utilizando-se diferentes métodos, no entanto, em geral todos os métodos envolvem processos de extração, concentração, separação e identificação dos componentes individuais (MADRUGA, 1994). Na identificação dos compostos responsáveis pelo sabor, são necessários procedimentos que inicialmente isolam os voláteis da grande massa dos macronutrientes do alimento, com a mínima distorção da composição original própria do sabor em estudo. Na análise do sabor de um alimento, deve-se ter sempre em mente que o aroma obtido está diretamente relacionado com os métodos aplicados nos processos de isolamento e concentração.

Os constituintes voláteis do sabor são, em geral, compostos termolábeis, sujeitos a modificações, como rearranjos, ciclizações, oxidações, quando são submetidos a qualquer aumento da temperatura. Portanto, a etapa de isolamento dos voláteis é considerada crítica, podendo resultar em uma composição completamente diferente da original presente ao alimento. Os métodos aplicados devem ser eficientes e brandos devido à quantidade, estabilidade e volatilidade desses compostos.

Para o isolamento e concentração dos compostos voláteis em alimentos, são correntemente usadas, a exemplo da destilação a vácuo, métodos de extração, destilação e concentração simultânea dos voláteis (SDE), análises do *headspace* estático e dinâmico. Para identificação aromática de cada compostos voláteis, separadamente, utiliza-se de procedimentos como a análise por extração e diluição do aroma (AEDA), o cálculo do odor unitário, a análise de *Charm*, etc (MADRUGA, 1994; FISHER e SCOTT, 1997; MAARSE, 1997). Todas estas técnicas têm sido exaustivamente revisadas (TERANISHI *et al*, 1981; MAARSE e BELZ, 1985; MAARSE, 1991).

Para o isolamento de substâncias aromáticas, dois métodos são reportados: o de *Headspace* e o de extração. As amostragens na técnica de *Headspace* são usualmente classificadas em três categorias, a estática, a dinâmica e a de *purg and trap* (extração e captura).

A técnica de *Headspace* estática envolve a introdução direta de um dado volume do vapor concentrado acima da amostra de alimento, em uma coluna cromatográfica. Este é considerado o método mais rápido e consome o menor tempo de extração; no entanto, não permite a determinação de compostos com elevados pontos de ebulição, apresentando também baixa sensibilidade. Para se contornarem estes pontos negativos, desenvolveram-se a técnica do *headspace* dinâmica e o *purg and trap*, que envolvem a purga dos voláteis da camada de *headspace* com um gás inerte (nitrogênio ou hélio), seguida de captura destes

voláteis em material absorvente. A grande vantagem destes métodos é o isolamento e a concentração de compostos de baixos e elevados pontos de ebulição, associados ao curto período de isolamento (MADRUGA, 1994).

A extração com solventes, utilizando-se os métodos tradicionais de batelada ou de extração contínua, é usualmente combinada com processos de destilação. O aparelho desenvolvido por Likens e Nickerson (1964) combina os processos de destilação e extração simultaneamente. Trouxe vantagens do uso de quantidade reduzida de solvente e redução do tempo de análise. Tem adquirido popularidade e várias inovações e variações têm sido sugeridas (MAARSE, 1991; MADRUGA, 1994).

Atualmente, na caracterização dos compostos de importância organoléptica, a cromatografia gasosa (CG) vem sendo utilizada preferencialmente, para separação dos voláteis, por combinar eficiência e sensibilidade. A CG envolve a análise de compostos, ou seja, das substâncias na fase de vapor, na qual ela opera em temperaturas variando de 40 a 300°C. Desta forma, muitos compostos de aromas naturais, livres da matriz alimentar, são geralmente candidatos à análise por CG.

A cromatografia gasosa constitui-se a técnica de separação mais indicada para os componentes do sabor dos alimentos, pois requer que as substâncias analisadas sejam voláteis, além de representar um excelente poder de resolução e sensibilidade, tornando possível à análise de dezenas de compostos de uma mesma amostra. A separação baseia-se na migração diferencial dos componentes de amostra em um sistema que compreende uma fase estacionária (sólida ou líquida) e uma fase móvel (gasosa). A amostra, através de sistema de injeção, é introduzida em uma coluna contendo a fase estacionária e, de acordo com suas propriedades, as substâncias da amostra são retidas por tempos determinados e chegam à saída da coluna em tempos diferentes. Atualmente, as colunas empacotadas foram substituídas

por capilares que oferecem maior eficiência, alta resolução e menor tempo de análise (PEREIRA e AQUINO NETO, 2000).

As colunas capilares suportam pequenas quantidades de amostras e necessitam de detectores sensíveis, que incluem detectores por ionização de chama, por analisadores de massas, dos quais, os detectores por ionização de chama são os mais largamente utilizados em alimentos. Uma chama, alimentada por hidrogênio, ar sintético e nitrogênio (suplemento), ioniza as moléculas orgânicas, promovendo sinais elétricos, os quais são amplificados, convertidos em voltagens e registrados (SANDRA e BICCHI, 1987).

Técnicas instrumentais modernas, como espectrometria de massa (EM), ressonância magnética nuclear (RMN), espectroscopia de infravermelho (EI) e ultravioleta (UV), constituem os instrumentos mais eficientes na identificação dos voláteis; no entanto, a escolha da técnica é freqüentemente limitada à quantidade dos componentes disponíveis. O desenvolvimento da Cromatografia Líquida de Alta Resolução (HPLC) constitui importante instrumento para as análises de precursores (MADRUGA, 1994; WAMPLER, 1997; IZCO e TORRE, 2000; STEPHAN *et al.*, 2000).

A cromatografia gasosa não é uma técnica qualitativa eficiente, porquanto necessita de técnicas auxiliares para identificação segura das substâncias presentes à amostra. O acoplamento de espectrômetro de massa (EM) ao cromatógrafo gasoso tem-se tornado a principal ferramenta na pesquisa do sabor. A coluna capilar é introduzida diretamente na fonte de íons de massas, os quais, funcionam como um detector, ou seja, quantifica e identifica cada uma das substâncias que estão saindo da coluna cromatográfica (SOARES, 2001).

O equipamento EM fornece o espectro de massas de cada substância, e a identificação pode ser facilitada pela comparação de seu espectro com de várias substâncias, ambos armazenados em programas de informação denominados *bibliotecas* do equipamento, ou retirados de literatura específica, nos quais se encontram identificados mais de 6600

compostos voláteis em alimentos e bebidas (BOELEN, 1995). Entretanto, algumas vezes, o espectro de massas de uma substância desconhecida é insuficiente para determinar sua identidade, devido à existência de numerosos compostos que apresentam espectros de massas com alto grau de similaridade. Índices de retenção têm sido usados como técnicas auxiliares de identificação, sendo o mais empregado o Índice de Retenção Linear (MADRUGA, 1994), que descreve o comportamento de retenção de um composto comparativamente ao de uma mistura de alcanos de diferentes números de carbono, representado pela seguinte equação:

$$RI = 100 \frac{tR_{(i)} - tR_{(z)}}{tR_{(z+1)} - tR_{(z)}} + 100_z$$

onde: RI(i) é o índice relativo do composto i;
Z é o número de átomos de carbono do alcano z;
R(i) é o tempo de retenção do composto i;
R(z) é o tempo de retenção do alcano z;
R(z+1) é o tempo de retenção do alcano z+1

5 Considerações Finais

Na maioria dos trabalhos da literatura, com relação ao leite caprino, são realizados em países com sistemas de criação evoluídos, além de processos de beneficiamentos avançados e adequados. Diferentemente da realidade brasileira, onde os sistemas de criação são na maior parte semi-intensivos e totalmente beneficiados pelo pequeno produtor, principalmente, na região Nordeste. Desta forma, as perspectivas da caprinocultura leiteira, depara-se com alguns entraves, entre eles, a melhoria da qualidade dos produtos, como mecanismo impulsionador da aceitabilidade dos mesmos.

Com relação ao leite de cabra, os efeitos benéficos, tanto do ponto de vista nutricional e social são consideráveis. Entretanto, no Brasil, as pesquisas que avaliam a

produção e a composição nutricional deste produto vêm sendo realizadas, apesar de serem ainda insuficientes, visto a grandeza do país e do potencial do rebanho caprino. Para tanto, pesquisas se fazem necessárias, buscando conhecimentos que possam elucidar questionamentos, com conseqüente crescimento deste setor produtivo, além da possibilidade de contribuição para o desenvolvimento das regiões produtoras.

6 Referências bibliográficas

- AGANGA, A. A.; AMARTEIFIO, J. O.; NKILE, N. Effect of stage of lactation on nutrient composition of Tswana sheep and goat's milk. *Journal of composition and analysis*, v. 15, n. 5, p. 533-543, 2002.
- ALLOGGIO, V.; CAPONIO, F.; PASQUALONE, A.; GOMES, T. Effect of heat treatment on the rennet clotting time of goat and cow milk. *Food Chemistry*, v. 70, p. 51-55, 2000.
- ANIFANTAKIS, E. M.; KADARAKIS, J. G. Contribution to the study of the composition of goat's milk. *Milchwissenschaft*, Munich, v. 35, n.10, p. 617-619, 1980.
- ARBIZA, A. S. I. *Producción de Caprinos*, México: AGT Editor, 1986. 695 p.
- ARORA, K. L.; SINGH, S. Effect of blending goat and buffalo milk on sensory characteristics of ghee. *The Indian Journal of Dairy Science*, v. 9, n. 4, p. 488-490, 1986.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, *NBR 12806*, 1993, 8 p.
- ATTAIE, R.; RICHTER, R. L. Fat globules in casein micelle reduced goat milk. In: International Conference on Goats, 1, Tours/France, *Proceedings...* Tours/France, p. 576-579, 2000.
- BADINGS, H. T. Milk. In: ____ *Volatile Compounds in Foods and Beverages*, Marcel Dekker. New York. 1991. Cap. 4. p. 91-105.
- BARBOSA, M.; MIRANDA, R. Physical-chemical and microbiological characteristics of goat milk in Portugal. *Bulletin International Dairy Federation*, n. 202, p. 84-89, 1986.
- BARRIONUEVO, M.; ALFEREZ, M. J. M.; LOPEZ ALIAGA, L.; SANZ SAMPELAYO, M. R.; CAMPOS, M. S. Beneficial effect of goat milk nutritive utilization of iron and copper in malabsorption syndrome. *Journal of Dairy Science*, v. 85, p. 657-664, 2002.
- BARROS, G. C.; LEITTÃO, C H. S. Influência da mastite sobre as características físico-químicas do leite de cabra. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3/4, p. 45-48, jul./dez., 1992.

BENDALL, J. G.; OLNEY, S. Hept-*cis*-4-enal: analysis and flavour contribution to fresh milk. *International Dairy Journal*, v. 11, p. 855-864, 2001.

BIDAT, E.; RANCÉ, F.; BARANÈS, T.; GOULAMHOUSSEM, S. L'allergie au lait de chèvre ou de brebis chez l'enfant, sans allergie au lait de vache. *Revue Française d'allergologie et d'immunologie Clinique*, v. 43, p. 273-277, 2003.

BOELEN, M. H. Trends in aroma research and gas chromatograph-olfactometry. *Perfumer & Flavorist*, v. 20, n. 1, p. 1-5, 1995.

BONASSI I. A.; MARTINS, D.; ROÇA, R. O. Composição química e propriedades físico-químicas do leite de cabra. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 17, n. 1, p. 57-63, 1997.

BORGES, C. H. P. Custo de Produção de leite de cabra na Região Sudeste do Brasil. In: Simpósio Internacional de Caprinos de Corte, 2, Simpósio Internacional sobre Agronegócio as Caprinocultura Leite, 1, João Pessoa/PB, *Anais...* João Pessoa/PB, p. 303-312, 2003.

BOYAZOGLU, J.; MORAND-FEHR, P. Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality: A critical review. *Small Ruminant Research*, v. 40, p. 1-11, 2001.

BRITO, C. O. *Influência do período de lactação nos constituintes químicos e físicos e na produção do leite de cabras puras e mestiças da raça Murciana Granadina*. João Pessoa, 1999, 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, 1999.

BUENO, M. S.; GADINI, C. H.; LARA, M. A. C. Produção e composição do leite de cabras da raça Anglo-Nubiana. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 28, 1991, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1991. 692 p.

CARVALHO, M. G. X. *Características físico-químicas, biológicas e microbiológicas do leite de cabra processado em micro-usinas da região da Grande São Paulo – SP*. São Paulo, 1998. 103 p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária e Zootecnia). Universidade de São Paulo, 1998.

CASTAGNETTI, G. B.; CHIAVARI, C.; LOSI, G. Physicochemical and processing characteristics of milk from goat breeds of high productivity. *Scienza e Tecnica Lattiero Casearia*, Parma, v. 35, n. 2, p. 109-132, 1984.

CATÃO, R. M. R.; CEBALLOS, B. S. O. *Listeria spp.*, Coliformes Totais e Fecais *E. coli* no leite cru e pasteurizado de uma indústria de laticínios, no Estado da Paraíba (Brasil). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 21, n. 3, p. 1-15, 2001.

CERBULIS, J.; PARKS, O. W.; FARRELL Jr., H. M. Composition and distribution of lipids of goats milk. *Journal of Dairy Science*, v. 65, p. 2301-2307, 1982.

CHANDAN, R. C.; ATTAIE, R.; SAHANI, K. M. Nutritional aspects of goat milk and its products. In: International Conference in Goat's, 5, New Dehli/India, 1992. *Proceedings...* New Delhi/India, p.1869-1890, 1992.

CHIN, S. S. F.; LIU, W.; STORKSON, J. M.; HA, Y. L.; PARIZA, M. W. Dietary sources of conjugated dienic isomers of linolenic acid, a new recognized class of anticarcinogens. *Food Comp. Anal.*; v. 5, p. 185-197, 1992.

CHILLIARD, Y.; SELSELET-ATTOU, G.; BAS, P., MORAND-FEHR, P. Characteristics of lipolytic system in goat milk. *Journal of Dairy Science*, v. 67, n. 10, p. 2216-2223, 1984.

CHORNOBAI, C. A.; DAMASCENO, J. C. VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E. Physical-chemical composition of in nature goat milk from cross Saanen throughout lactation period. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v. 49, n. 3, p. 283-286, 1999.

CLARK S.; SHERBON, J. W. Genetic variants of alpha s₁-casein in goat milk: breed distribution and associations with milk composition and coagulation properties. *Small Ruminant Research*, v. 38, p. 135-143, 2000.

DAMÁSIO, M. H.; MORAES, M. A.; OLIVEIRA, J. S. de. Caracterização físico-química do leite de cabra comparado com o leite de vaca. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.7, p.67-71, jan./jun., 1987.

DANTAS, A. H. G. *Influência do grau de mestiçagem sobre a composição química do leite de cabra*. João Pessoa, 1999. 80 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição). Universidade Federal da Paraíba, 1999.

DARTON-HILL, I.; COVENEY, J.; DAVEY, G.R. Goat milk - nutritional and public health aspects: a review. *Food Technology in Australia*, North Sidney, v. 39, n. 12, p. 568-572, 1987.

DE BUYSER, M. L., LASSER, F., HUMMEL, R., *et al.* Enterotoxigen and toxin-1 production by Staphylococci isolated from goat's milk. *International Journal of Food Microbiology*, Amsterdam, n. 5, p. 301-309, 1987.

DELACROIX-BUCHET, A.; LAMBERET, G. Sensorial properties and typicality of goat dairy products. In: International Conference on Goats, 1, Tours/France, *Proceedings...* Tours/France, p. 559-563, 2000.

DELGADO-PERTINEZ, M. *et al.*, Effect of hygiene-sanitary management on goat milk quality in semi-intensive systems in Spain. *Small Ruminant Research*, v. 47, n. 1, p. 51-61, 2003.

DEVENDRA, C. Milk production in goat's compared to buffalo and cattle in humid tropics. *Journal Animal Dairy Science*, Champaign, n. 63, p. 1759, 1980.

DEVENDRA, C. The potential of sheeps and goat in the less developed countries. *Journal of Animal Science*, Champaign, n. 51, p. 461, 1980.

DIAS, J. M.; TANEZINI, C.A.; PONTES, I. S., *et al.* Características minerais do leite caprino "in natura" da bacia leiteira de Goiânia. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 15, n. 1, p. 24-28, jan./jun., 1995.

DUBEUF, J. P.; MORAND-FEHR, P.; RUBINO, R. Situation, changes and future of goat industry around the world. *Small Ruminant Research*, 2003. (in press)

ESPIE, W.E., MULLAN, W. M. A. Microbiological aspects of the quality of goat milk in Northern Ireland. *Milchwissenschaft*, Munich, v. 42, n. 12, p. 762-764, 1987.

ESPIE, W.E.; MULLAN, W. M. A. Compositional aspects of goat milk in Northern Ireland. *Milchwissenschaft*, Munich, v. 45. n. 6, p. 361-362, 1990.

FALAGAN, A.; GONZALEZ, C.; PEREZ, S. J. *et al.* Composition and production curve in the goats milk. *Chemie Mikrobiologie Technologie der Lebersmettel*, v. 13, n. 3/4, p. 76-82, 1991.

FAOSTAT – Disponível no site http://www.fao.org/waicent/portal/statistics_en.asp. Acesso em 05.09.2003.

FARIA, V. M. C. de O. *Estudo do rendimento e composição do leite de cabra na região Nordeste: raça Saanen*. Campinas, 1987. 95 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, 1987.

FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. *Técnicas de Análise Sensorial*. Campinas: ITAL/LAFISE, 2002, 116 p.

FENNEMA, O. R. *Química de los alimentos*. Zaragoza: Acribia, 1993. 1095 p.

FERREIRA, M. C. C. *Características físicas, químicas e microbiológicas do leite de cabras puras do Curimataú paraibano*. João Pessoa, 1996, 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, 1996.

FISBERG, M.; NOGUEIRA, M.; FERREIRA, A. M. A.; FISBERG, R. M. Aceitação e tolerância de leite de cabra em pré-escolares. *Revista de Pediatria Moderna*, São Paulo, v. 35, n. 7, 1999.

FISHER, C.; SCOTT, T. R. *Flavores de los alimentos – Biología e química*. Zaragoza: Acribia, 1997, 212 p.

FNP – ANUALPEC. *Anuário da Pecuária Brasileira*. São Paulo. 2003. p. 315-319.

FONTECHA, J.; RIOS J. J.; LOZADA, L.; FRAGA, M. J.; JUAREZ, M. Composition of goat's milk fat triglycerides analyzed by silver ion adsorption – TLC and GC – MS. *International Dairy Journal*, v. 10, p. 119-128, 2000.

FURTADO M. M. Leite de cabra: características especiais de seu uso na alimentação - intolerância. *Revista do ILCT*, Juiz de Fora, v. 36, n. 214, p. 31-37, 1981.

GOMES, A. M. P.; MALCATA, F. X. Development of probiotic cheese manufactured from goat milk: response surface analysis via technological manipulation. *Journal of Dairy Science*, v. 81, n. 6, p. 1492-1507, 1998.

GOMES, M. I. F. V.; BONASSI, I. A.; ROÇA, R. O. Características químicas, microbiológicas e sensoriais de leite de cabra congelado. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 17, n. 2, p. 111-114, 1997.

GROSCLAUDE, F., Genetic polymorphisms of milk proteins. In: Proceedings of the IDF Seminar on Implications of Genetic Polymorphism of Milk Proteins on Production and

Processing of Milk, Zurich, Switzerland, vol. 3. *Internat. Dairy Fed. Publ.*, Brussels, Belgium, p. 28-29, 1995.

GUIMARÃES, M. P. S. L. M. P.; CORDEIRO, P. R. C. Dimensionamento do mercado de produtos lácteos no Brasil, In: Simpósio Internacional de Caprinos de Corte, 2, Simpósio Internacional sobre o Agronegócio da Caprinocultura leiteira, 1, João Pessoa/PB, *Anais...* João Pessoa/PB, p. 95-101, 2003.

GUICHARD, E.; LANGOURIEUX, S. Interactions between β -lactoglobulin and flavour compounds. *Food Chemistry*, v. 71, p. 301-308, 2000.

GULATI, S. K.; BYERS, E. B.; BYERS, Y. G.; ASHES, J. R.; SCOTT, T. W. Effect of feeding different fat supplements on the fatty acid composition of goat milk. *Animal Food Science Technology*. v. 66, p. 159-164, 1997.

GUO *et al.*, Relationship between the yield of cheese (Chevre) and chemical composition of goat milk. *Small Ruminant Research*, 2003 (in press).

HAENLEIN, G. F. W. Producing quality goat on milk. *Dairy Goat Journal*, v. 66, n. 5, p. 59, 1988.

HAENLEIN, G. F. W. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, 2003. (in press).

HUERTA-GONZALEZ, L.; WILBEY, R. A. Determination of free fatty acids produced in filled-milk emulsions as a result of the lipolytic activity of lactic acid bacteria. *Food Chemistry*, v. 72, p. 301-307, 2001.

HUNTER, A. C.; CRUICKSHANK, G. E. Hygienic aspects of goat milk production in Scotland. *Dairy Food and Environmental Sanitation*, Des Moines, v. 4, n. 6, p. 212-215, jun., 1984.

IIZCO, J. M.; TORRE, P. Characterization of flavour compounds in Roncal cheese extracted by “purg and trap” method and analyzed by GC-MS. *Food Chemistry*, v. 70, p. 409-417, 2000.

JANDAL, S. M. Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, Amsterdam, v. 22, p. 177-185, 1996.

JAUBERT, G.; BODINI, J. O.; JAUBERT, A. Flavour of goat farm bulk milk. Morand-Fehr P. (ed.) *Recent advances in goat research* Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1997. 93 p. (Cahiers Options Méditerranéennes; v. 25). 6. International Conference on Goats, Beijing (China)

JAUBERT, A.; DURIER, C.; KOBILINSKY, A.; MARTIN, P. Structural organization of the goat casein micelle: effect of the physico-chemical environment (pH, temperature, ionic strength) on its mineral and protein composition. *International Dairy Journal*. v. 9, p. 369-370, 1999.

JENNESS, R. Composition and characteristics of goat milk: review 1968 -1979. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 63, n. 10, p. 1605-1630, 1980.

KARIM, G., LOFTI, A. Studies on the milk composition of crossbreed Saanen goat. *J. Vet. Fac. Univ. Theran, Iran*, v. 42, n. 1, p. 5-13, 1987.

KITESSA *et al.*, Utilization of fish oil in ruminants II. Transfer of fish oil fatty acids into goat's milk. *Animal Feed Science Technology*, v. 89, p. 201-208, 2001.

KOUSHIK, M. R., GUPTA, M. P. Variation in chemical composition and interrelationship between certain constituents of goat milk. *India Journal of Animal Science*, New Delhi, v. 59, n. 7, p. 905-907, jul., 1989.

LAWLOR, J. B.; DELAHUNTY, C. M.; WILKINSON, M. G. SHEEHAN, J. Relationships between the gross, non-volatile and volatile compositions and sensory attributes of eight hard-type cheeses. *International Dairy Journal*, v. 12, p. 493-509, 2002.

LE DOUX, M. ROUZEAU, A. BAS, P.; SAUVANT, D. Occurrence of trans-C18:1 fatty acid isomers in goat milk: effect of two dietary regimens. *Journal of Dairy Science*, v. 85, p. 190-197, 2002.

LIKENS, S. T.; NICKERSON, G. B. Detection of certain hop oil constituents in brewing products. *Proceedings of the American Brewing Chemists*, v. 5, n. 5, p. 5-13, 1964.

MAARSE, H. *Volatile Compounds in Foods and Beverages*. New York: Marcel Dekker. 1991. 763 p.

MAARSE, H.; BELZ, R. *Isolation, separation and identification of volatile compounds in aroma research*. D. Reidel, Dordrech. 134 p. 1985.

MADRUGA, M. S. *Studies on some factors meat flavour formation*. 1994. 205 p. Tese (PhD) – Universidade de Reading, Reading, Inglaterra. 1994.

MAHIEU, H. Le JAQUEN, J. C., LUQUET, F. P., *et al.* Étude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces laitières bovines, ovines et caprines. *Le Lait*, Paris, v. 37, n. 365, p. 287-301, 1977.

MALAU-ADULI, B. S.; EDUVIC, L. O.; LAKPINI, C. A. M.; MALAU-ADULI, A. E. O. Variations in liveweight gains, milk yield and composition of Red Sokoto goats fed crop-residuo-based supplements in the subhumid zone of Nigéria. *Livestock Production Science*, v. 83, p. 63-71, 2003.

MALLIKESWARAN, K., PADMANABAN, V. D. Microbial flora of milk of goats affected with sub clinical mastites. *Cherion*, v. 18, n. 3, p. 104-107, 1989.

MARLETTA, D. *et al.* Goat milk with different α .s₂casein content: analysis of allergenic potency by REAST-inhibition assay. *Small Ruminant Research*, 2003. (in press).

MARSILI, R. *Techniques for Analyzin -Food Aroma*. New York: Marcel Dekker, 1997. 79 p.

MEHAIA, M. A.; AL-KAHNAL, M. A. Studies on camel and goats milk proteins: nitrogen distribution and amino acid composition. *Nutritional Reports International*, Los Altos, v.39, n.2, p.351-357, 1989.

- MENENDEZ, S.; GODINEZ, M. R.; RODRÍGUEZ-OTERO, J. L.; CENTENO, J. A. Removal of *Listeria* spp. In a cheese factory. *Journal of Food Safety*, v. 17, p. 133-139, 1997.
- MIR, Z.; GOONEWARDENE, L. A.; OKINE, E.; JAEGAR, S.; SHEER, H. D. Effect of feeding canola oil on constituents, conjugated linolenic acid (CLA) and long chain fatty acids in goats milk. *Small Ruminant Research*, v. 33, p. 137-143, 1999.
- MORGAN, F.; JACQUET, F.; MICAULT, BONNIN, S.; JAUBERT, A. Study on the compositional factors involved in the variable sensitivity of caprine milk to high-temperature processing. *International Dairy Journal*, v. 10, p. 113-117, 2000.
- MORÓN, D.; MARTÍN ALONSO, J. J.; GIL EXTREMERA, F.; SANZ SAMPELAYO, M. R.; BOZA, J. Composition of goat milk and cow produced in the Iberian Southeast. Comparative study. In: International Conference on Goats, 1, Tours/France, *Proceedings...* Tours/France, p. 617. 2000.
- MOTTRAM, D. Flavour formation in meat products: a review. *Food Technology*, v. 62, n. 4, p. 415-424, 1998.
- MURATORI, M. C. S. Epidemiologia das doenças transmitidas por alimentos (DTA) Congresso Pernambucano de Medicina Veterinária – Seminário Nordeste de Caprinovocultura, 5, Recife/Brasil. *Anais...Recife/ Brasil*, p. 51-63, 2003.
- NIJSEN, B. *Off-flavour*. In: ____ *Volatile Compounds in Foods and Beverages*, New York: Marcel Dekker, 1991. Cap. 19 p. 689 –722.
- NOGUEIRA, M. H. L. *Caracterização e utilização do leite de cabra no desenvolvimento de alimentos alergênicos*, 1990. 141 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa. 1990.
- NURSTEN, H. *Course in flavour science- Dairy products*. Lord Zuckermam Resarch Center and Food Studies Building, University Reading, 1991.
- OLIVEIRA, L. A. T., FRANCO, R. M., CARVALHO, J. C. A. P., *et al.* Contagem de bactérias aeróbias mesófilas, psicrofilas viáveis e enumeração de coliformes totais e fecais em leite “in natura” de cabra da raça Parda Alemã produzida em Maricá- RJ. *Revista de Microbiologia*, São Paulo, n. 14, p. 285, 1982.
- OLIVEIRA, E. R. Suplementação protéica e energética para cabras leiteiras. In: Simpósio Nordeste sobre Caprinos e Ovinos Deslanados, 1, 1992, Taperoá. *Anais.... Taperoá: Associação Paraíba de Criadores de Caprinos e Ovinos*, 1992.
- OLMEDO, R. G.; CARBALLIDO, A.; ORTIZ, M. A. Contribución al estudio de la grasa de leche de cabra. (II) Ácidos grasos mayores y sus relaciones. *Anales de Bromatologia*, Madrid, v. 31, n. 3-4, p. 227-270, 1979.
- OLMEDO, R. G., ESTEVEZ, A. C., ORTIZ, M. A. Composición química de la leche de cabra. *Revista Española de Lecheria*, Madrid, n. 117, p. 153 -157, 1980.
- PAL, D.; SACHDEVAS, S.; SINGH, S. Methods for Determination of Sensory Quality of Foods: A Critical Appraisal. *Journal Food Science and Technology*, v. 32, n. 5, p. 357-367, 1997.

PEREIRA, A. S.; AQUINO NETO, F. R. Estudo da arte da cromatografia gasosa de alta resolução. *Química Nova*, v. 23, n. 3, p. 370-379, 2000.

PIERRE, A.; MICHEL, F.; ZAHOUTE, L. Composition of casein micelles in relation to size in goat milks with A and null α_{s1} -casein variants. *International Dairy Journal*. v. 9, p. 179-182, 1999.

PINTO, C. M.; VILLENA, J. P.; JOFRE, B. H. Contribución al estudio de la composición de la leche de cabra Anglo Nubian. *Agro. Sur.*, Valdivia, v. 12, n. 2, p. 163-173, 1984.

PRASAD, H.; SENGAR, O. P. S. Milk yield and composition of the Barbari goat breed and its cross with Jamunapari, Beetal and Black Bengal. *Small Ruminant Research*. v. 45, p. 79-83, 2002.

PRATA, L. F.; RIBEIRO, A. C.; REZENDE, K. T., *et al.* Composição, perfil nitrogenado e características do leite caprino (Saanen). Região Sudeste. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 18, n. 4, p. 429-432, 1998.

QUEIROGA, R. C. R. E. *Características físicas, químicas e condições higiênico-sanitárias do leite de cabras mestiças no Brejo paraibano*. João Pessoa, 1995. 84 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, 1995.

REHMAN, S. U.; BANKS, J. M.; BRECHANY, E. Y.; MUIR, D. D. MCSWEENEY, P. L. H.; FOX, P. F. Influence of ripening temperature on the volatiles profile and flavour of Cheddar cheese made from raw or pasteurized milk. *International Dairy Journal*. v. 10, p. 55-65, 2000.

RODRIGUES, A. *Características de reprodução, crescimento, mortalidade e produção de leite em caprinos Parda Alemã, Anglo Nubiana e Sem Raça Definida (SRD), nos Cariris Paraibano*. Areia, 1988. 150 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal da Paraíba, 1988.

RODRIGUES, A.; QUINTANS, L. J. Produção e beneficiamento do leite de cabra na Paraíba. In: Simpósio Internacional de Caprinos de Corte, 2, Simpósio Internacional sobre o Agronegócio da Caprinocultura leiteira, 1, João Pessoa/PB, *Anais...João Pessoa/PB*, p. 291-311, 2003.

RYCLIK, M.; BOSSET, J. O. Flavour and *off-flavour* compounds of Swiss Gruyère cheese. Identification of key odorants by quantitative instrumental and sensory studies. *International Dairy Journal*. v. 11, p. 903-910, 2001.

ROTA, A. M.; RODRIGUEZ, P.; ROJAS., *et al.* Quantitative changes in the milk of Veratá goats during lactation. *Arch. Zootec.*, n. 42, p. 137-146, 1993.

RYAN, D. P., GREENWOOD, D. L. Prevalence of udder bacteria in milk samples from four dairy goat herds. *Australian Veterinary Journal*, Brunswick, v. 67, n. 10, p. 362-363, out., 1990.

SALEM, S. A.; EL-AGAMY, E. I.; YOSSEF, A. M. Physicochemical and nutritional characterization of milk of two Egyptian goat breeds. In: International Conference on Goats, 1, Tours/France, *Proceedings...Tours/France*, p. 617-620. 2000.

SANZ SAMPELAYO, M. R.; PÉREZ, L.; ALONSO, M. J. J.; EXTREMERA, G.; BOZA, J. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich PUFAs on the performance lactating Granadina goats. Part II. Milk production and composition. *Small Ruminant Research*. v. 43, p. 133-139, 2002.

SANDRA, P.; BICCHI, C. *Capillary gas chromatography in essential oil analysis*. Heidelberg: Huethig, 1987, 435 p.

SANTOS, R. *A cabra e a ovelha no Brasil*. Editora Agropecuária Tropical, Uberaba-MG, 2003, 479 p.

SAWAYA, W. N.; SAFI, A. F.; AL-SHALHAT, P.; *et al.* Chemical composition and nutritive value of goat milk. *Journal Dairy Science*, Champaign, v. 67, n. 8, p. 1655-1659, 1984.

SILVA, E. F.; LIMA, V. L. A. G.; SALGUEIRO, A. A. Avaliação microbiológica do leite de cabra pasteurizado e comercializado na Cidade de Recife – PE. *Higiene Alimentar*, v. 12, n. 66/67, p. 71-76, 1999.

SILVA, D. S.; MEDEIROS, A. N. Eficiência do uso dos recursos da Caatinga: produção e conservação. In: Simpósio Internacional de Caprinos de Corte, 2, Simpósio Internacional sobre o Agronegócio da Caprinocultura leiteira, 1, João Pessoa/PB, *Anais...* João Pessoa/PB, p. 571-582, 2003.

SILVA, I. M. M.; ALMEIDA, R. C. C.; ALVES, M. A. O.; ALMEIDA, P. F. Occurrence of *Listeria* spp. In critical control points and the environment of Minas Frescal Cheese processing. *International Journal of Food Microbiology*, v. 81, p. 241-248, 2003.

SIMPLÍCIO, A. A.; WANDER, A. Organização e Gestão da Unidade Produtiva na caprinovinocultura. Congresso Pernambucano de Medicina Veterinária – Seminário Nordeste de Caprino-ovicultura, 5, Recife/Brasil. *Anais...* Recife/ Brasil, p. 177-187, 2003.

SMITH, P. W.; PARKS, D. W.; SCHWARTZ, D. P. Characterization of male goat odors: 6 – trans nonenal. *Journal Dairy Science*, v. 67, n. 4, p. 794-801, 1984.

SOARES, L. M. V. Como obter resultados confiáveis em cromatografia. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 60, n. 1, p. 79-84, 2001.

SORYAL, K. A.; ZENG, S. S.; MIN, B. R.; HART, S. P. Effect of feeding treatments and lactation stages on composition and organoleptic quality of goat milk Domiati cheese. *Small Ruminant Research*, 2003. (in press).

STEPHAN, A.; BÜCKING, M.; STEINHART, H. Novel analytical tools for food flavors. *Food Research International*, v. 33, p. 199-209, 2000.

SUNG, Y. Y.; WU, T. I.; WANG P. H. Evaluation of milk quality of Alpine, Nubian, Saanen and Toggenburg breeds in Taiwan. *Small Ruminant Research*, v. 33, p. 17-23, 1999.

TERANISHI, R.; FLATH, R.A.; SUGISAWA, H. *Flavors Research – Recent Advances*. Marcel Dekker, New York. 167 p. 1981.

TOUSSAINT, G. The housing of milk goat. *Livestock Production Science*, v. 49, n. 2, p. 151-164, 1997.

THOLON, P. *Estudo genético quantitativo de características de importância econômica em caprinos da raça Saanen*. 2000. 54 p. Universidade Estadual Paulista-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal/SP. 2000.

URBIENE, S.; CIUCKINAS, A.; MARGELYTE, J. Physical and chemical properties and biological value of goat, cow and human milk. *Milchwissenschaft-Milk Science International*, v. 52, n. 8, p. 427-430, 1997.

VALERO, E.; SANZ, J.; MARTINEZ-CASTRO, I. Volatile component in microwave-and conventionally-heated milk. *Food Chemistry*, v. 66, p. 333-338, 1999.

VALERO, E.; VILLAMIEL, M.; MIRALLES, B.; SANZ, J.; MARTINEZ-CASTRO, I. Changes in flavour and volatile components during storage of whole and skimmed UHT milk. *Food Chemistry*, v. 72, p. 51-58, 2001.

VERNIN, G. *Chemistry of Heterocyclic Compounds in Flavours and Aromas*. Grasse-France: Ellis Horwood Limited, 1982. 375 p.

WALKER, V. Uso terapêutico do leite de cabra na medicina moderna. *Agropecuária Alternativa*, v. 5, n. 25, 1991.

WAMPLER, T. P. Analysis of food Volatiles Using Headspace-Gas Chromatographic Techniques. In: _____ *Techniques for Analyzing – Food Aroma*. New York :Marcel Dekker, 1997. Cap. 2. p. 27-57.

WANDERLEY, A. M.; RIBEIRO, M. N.; PIMENTA FILHO, E. C. A viabilidade da exploração de genótipos caprinos e ovinos naturalizados no semi-árido. In: Simpósio Internacional de Caprinos de Corte, 2, João Pessoa/PB, *Anais...* João Pessoa/PB, p. 479-486, 2003.

WILLIAMS, C. Dietary fatty acids and human health. *INRA Ann. Zootech.*, n. 49, p. 165-180, 2000.

WOUTERS, J. T. M.; AYAD e. H. E.; HUGENHOLTZ, J.; SMIT, G. Microbes from raw milk for fermented dairy products. *International Dairy Journal*. v. 12, p. 91-109, 2002.

ZUNDEL, E. *et al.* Relations entre contamination de l'environnement d'élevage et du lait par *Listeria monocytogènes*. In: International Conference on Goats, 1, Tours/France, *Proceedings...* Tours/France, p. 587-589. 2000.

Capítulo II

***Produção e composição química do leite de cabras Saanen
sob influência do manejo do rebanho, condições
higiênicas da ordenha e fase de lactação***

1 Introdução

O rebanho caprino brasileiro está representado por 9,5 milhões de cabeças, com 94% deste efetivo distribuído na região Nordeste, na qual se aplica predominantemente, o sistema de criação extensivo (FNP-ANUALPEC, 2003). A caprinocultura exercer um importante papel socioeconômico nas regiões semi-áridas, por representar uma excelente fonte alimentar, como também geradora de fonte de renda. Um incremento desta cultura deve-se principalmente às ações conjuntas de instituições de pesquisa, governos e associações de criadores, com o objetivo de fomentar o potencial leiteiro do rebanho e melhorar o desempenho da indústria de laticínios.

Apesar de numericamente representativo, a produtividade leiteira caprina ainda mostra índices reduzidos de desempenho (128,000 Mt/ano), sobretudo quando é confrontada com países da Europa, a exemplo da França e Espanha, que produzem 525 e 350 mil toneladas anuais, respectivamente (FAOSTAT, 2003). A precariedade da tecnologia usualmente aplicada no Brasil, e a não utilização de padrões de controle higiênico-sanitário para leite de cabra e seus derivados, tem-se constituído como os principais entraves à agroindústria especializada em produtos lácteos de caprinos, estando a expansão deste setor vinculada à melhoria da estrutura de comercialização e à aplicação de tecnologia adequada aos padrões de qualidade exigidos (CORDEIRO, 1998; SIMPLICIO e WANDER, 2003).

A importância do leite de cabra na alimentação se deve ao seu alto valor nutritivo, maior digestibilidade, características terapêuticas e dietéticas (WALKER, 1991; FISBERG *et al.*, 1999; HAENLEIN, 2003). Pesquisas têm sido direcionadas sobre a sua composição. Contudo, pouco ainda se sabe a respeito dela nas regiões semi-áridas e microrregiões do Brasil, sobretudo enfatizando-se o efeito de fatores como raça, mestiçagem, ambiente e período de lactação na qualidade do leite produzido (BOYAZOGLU e MORAND-FEHR, 2001; MORGAN *et al.*, 2003).

A fase de lactação representa fator importante de variação nas características da composição do leite. Pesquisas demonstram que os valores de proteína, lipídios e lactose apresentam um incremento com o decorrer da lactação. (ROTA *et al.*, 1993; FERREIRA, 1996; BRITO, 1999; DANTAS, 1999; AGANGA *et al.*, 2002; PRASAD e SENGAR, 2002).

O conhecimento do perfil lipídico dos alimentos constitui-se instrumento importante para a nutrição, com relevante atenção no aparecimento de patologias cardiovasculares. A fração gordurosa do leite apresenta-se variável sob a influência de diferentes tipos de manejos. Segundo Jaubert *et al.* (1997), as características químicas e sensoriais do leite caprino, diferem na intensidade do sabor, em função do estágio de lactação e maior conteúdo de gordura. O leite de cabra contém quantidades de ácidos graxos de cadeia curta (caprílico - C6:0, capróico - C8:0 e cáprico - C10:0), quase três vezes maior que no leite de vaca, tornando-os química e fisiologicamente distintos (HAENLEIN, 2003). Soryal *et al.* (2003) observaram incremento de ácidos graxos de cadeia curta e longa com o avanço da lactação em amostras de leite de cabra Alpinas.

A qualidade microbiológica do leite está relacionada com as condições higiênico-sanitárias da obtenção, com influência direta na qualidade do produto final. Os processos lipolíticos, provocados por ação bacteriana, provocam a degradação dos ácidos graxos e a

formação de voláteis, com conseqüente efeito nas características sensoriais do leite (DELACROIX-BUCHET *et al.*, 2000).

Os criadores de caprinos leiteiros, usualmente, utilizam a prática do manejo do rebanho com o isolamento do animal macho, retirando-o de junto das fêmeas. Entretanto, dados científicos são escassos sobre este procedimento e a influência no leite caprino, necessitando-se de investigações que forneçam aos produtores, informações acerca das práticas adequadas de produção e beneficiamento.

Desta forma, o objetivo da presente pesquisa foi o determinar, durante as fases de lactação, a produção e a composição química do leite de cabra Saanen, avaliando o perfil de ácidos graxos do leite destes animais submetidos a diferentes manejos do rebanho e condições de higiene de ordenha.

2 Material e métodos

2.1 Material

2.1.1 Características da fonte de produção

Os animais utilizados no presente trabalho foram criados em sistema intensivo, recebendo ração completa com 50% de volumoso e 50 % de concentrado (capim *Tifton*), oferta de sal mineral e água *ad libitum*. Foram adotadas as recomendações sanitárias e médico-veterinárias, realizando-se o controle preventivo de mastite. O capril da Instituição possui estrutura satisfatória para o sistema de confinamento, com capacidade para 100 animais e com sala de ordenha apropriada.

2.1.2 Local de execução

O trabalho foi desenvolvido no Setor de Caprinocultura do Departamento de Agropecuária, da Universidade Federal da Paraíba, Campus de Bananeiras, Microrregião do Brejo paraibano, a aproximadamente 552 m de altitude, 6°45'12" de latitude S, 35°37'30" de longitude (W.Gu), com precipitação média anual de 1.400 mm e clima de acordo com a classificação de Köppen, correspondente ao tipo "As", quente e úmido, com chuvas de outono e inverno, temperatura mínima de 18 e máxima de 28°C (LEVANTAMENTO, 1972).

As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos, do Setor de Indústrias Rurais da citada Instituição. Enquanto, procedeu-se às determinações do perfil de ácidos graxos no Laboratório Experimental de Análises de Alimentos – LEAAL do Departamento de Nutrição e Laboratório de Cromatografia Instrumental do Departamento de Engenharia Química, pertencentes à Universidade Federal de Pernambuco.

2.1.3 Amostragens

Os animais utilizados foram 20 cabras da raça Saanen, selecionadas segundo os critérios de data e número de partições, elegendo-se os de 2^a e 3^a cria com mesma época de partição. A produção e à composição química do leite dos animais foram avaliadas em 3 fases da lactação, com coletas realizadas aos 35, 85 e 135 dias, correspondentes às fases inicial, intermediária e final do período de lactação, respectivamente. As ordenhas foram realizadas as 6 e 16 h, manualmente.

A partir dos animais selecionados, constituíram-se 2 grupos experimentais com 10 em cada grupo, os quais foram submetidos a diferentes manejos do rebanho. O primeiro grupo

foi mantido sem a presença do reprodutor (sem macho) e o segundo com a presença do reprodutor (com macho). Para análise do fator condição higiênico-sanitária de ordenha, subdividiu-se cada grupo dos 10 animais em 2 subgrupos de 5 animais, no primeiro, não se procedeu nenhuma higiene na ordenha (sem higiene), enquanto o segundo (com higiene) recebeu os seguintes cuidados higiênicos: a) lavagem das tetas com água corrente e posterior secagem com tecido de algodão; b) eliminação dos primeiros jatos de leite; c) desinfecção das tetas com solução glicerinoiodada (EGITO, 1991).

Em todas as coletas, os utensílios foram previamente lavados com água e sabão neutro e secos à temperatura ambiente. O leite ordenhado dos grupos foi homogeneizado com bastão de vidro e pesado, sendo retiradas amostras de 250 mL para as análises da composição química, as quais eram acondicionadas em recipientes e transportadas para o laboratório em caixa de isopor com gelo. Amostras individuais de 250 mL foram coletadas para a análise do perfil dos ácidos graxos.

2.2. Métodos

2.2.1 Determinação da produção leiteira

Para a determinação do potencial leiteiro, foi seguida a rotina do referido Setor. O leite de cada ordenha individual era colocado em balde previamente tarado, sendo imediatamente pesado. O procedimento era realizado semanalmente, para cada animal em separado, durante as fases experimentais. As somas dos pesos das ordenhas matutinas e vespertinas correspondem à produção diária média, por grupo de animais.

2.2.2 Determinações físicas e químicas

- a) Proteína – Pelo método Micro-Kjedahl, foi o fator 6,38 multiplicado pela porcentagem de nitrogênio – métodos AOAC, 991.20 e 991.23 (AOAC, 1998).
- b) Extrato seco total – Procedeu-se secagem, até obtenção de peso constante – método AOAC, 925.23 (AOAC, 1998).
- c) Lipídio – Utilizou-se o *Lacto-butirômetro de Gerber* (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).
- d) Lactose – A análise foi realizada segundo o método de redução de Fehling, expressando-se os resultados em lactose (g/100g) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).
- e) Densidade – Foi medida mediante a leitura em termolactodensímetro a 15 °C (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).
- f) Acidez – Realizou-se a titulação, sendo o resultado expresso em °D – método AOAC 947.05 (AOAC, 1998).

2.2.3 Determinação do perfil de ácidos graxos

Para a identificação do perfil de ácidos graxos, amostras de 100mL de leite de cada um dos animais dos grupos experimentais foram submetidas à centrifugação a frio, para a separação da gordura dos demais nutrientes. Destas retiraram-se alíquotas de 2 g para a execução dos processos de extração (FOLCH, 1957), saponificação e esterificação. Após a extração, foi realizada a metilação conforme o descrito por Hartman e Lago (1973), que

consiste em tratar a amostra com hidróxido de sódio metanólico e cloreto de amônia em solução de ácido sulfúrico e metanol, com posterior extração dos ésteres metílicos em hexano.

Os ésteres produzidos foram analisados em cromatógrafo a gás modelo CG Máster, com detector de ionização de chama, coluna capilar (CG-Bore), fase estacionária polietilenoglicol (Carbowax 20M), com 15 m de comprimento por 0,53 mm de diâmetro interno e 0,25 mm de espessura do filme. Utilizou-se o hidrogênio como gás de arraste, numa vazão de 10 mL/min., e nitrogênio (30 mL/min.) e hidrogênio (20 mL/min.) (detector) e ar sintético (300 mL/min.), como gás auxiliar. No injetor foi aplicada uma razão de divisão de 1/10.

O programa de temperatura do forno inicial foi o de 70°C, com graduação de 6°C/min. até 145°C na 1ª rampa, mudando para 2°C/min. até à temperatura final de 190°C, totalizando 35 min.

Uma alíquota de 1 µL do extrato esterificado foi injetada no cromatógrafo. Os dados sobre os tempos de retenção e as percentagens dos ácidos graxos foram obtidos através do *software* – *Peaksimple* (SRI Instruments - USA).

Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com os padrões de ácidos graxos autênticos (Merck, USA). Experimentos adicionais utilizando-se uma série de padrões de alcanos, com variação de C₆ a C₁₉, sob condições analíticas idênticas, foram realizados para se certificarem os índices de retenção linear dos ácidos graxos e se verificar a identidade positiva dos componentes de interesse, mediante a comparação dos resultados das amostras com os índices de retenção, utilizando-se a fórmula de cálculo do Índice de Retenção Linear (Capítulo I). Quantificaram-se os ácidos graxos por normalização das áreas dos ésteres metílicos. Os resultados dos ácidos graxos foram expressos em percentual de área (%).

2.2.4 Análise estatística

Os parâmetros químicos, físicos e de produção foram submetidos à análise de variância com regressão para um delineamento inteiramente casualizado, com três tempos de lactação e quatro repetições. Foram estabelecidas equações de regressão para o efeito significativo de tempo de lactação de maior ordem. Estes parâmetros também foram submetidos à análise de correlação de Pearson, cuja significância dos coeficientes (r) foi determinada pelo teste t de Student a 5% e 1% de probabilidade (STEEL e TORRIE, 1960; PIMENTEL-GOMES, 1985).

Na análise do perfil de ácidos graxos, utilizou-se um delineamento com arranjo fatorial 2 x 2 x 3, com os fatores manejo do rebanho, higiene da ordenha e fases da lactação, aplicando-se análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade. A comparação entre médias foi efetivada pelo teste de Tukey com a mesma probabilidade. Nas análises estatísticas, foi utilizado o programa *Statistical Analysis System (SAS)*, segundo o SAS INSTITUTE (1996).

3 Resultados e discussão

Os resultados da produtividade leiteira foram expressos em média de produção diária (Ilustração 2). As médias de produção obtidas foram 1645, 1460 e 1165 g/dia, respectivamente, na fase inicial, intermediária e final da lactação. De acordo com a regressão polinomial, a produção de leite diminuía à medida que aumentava o tempo de lactação, com decréscimo de 4,710 g para cada dia de lactação.

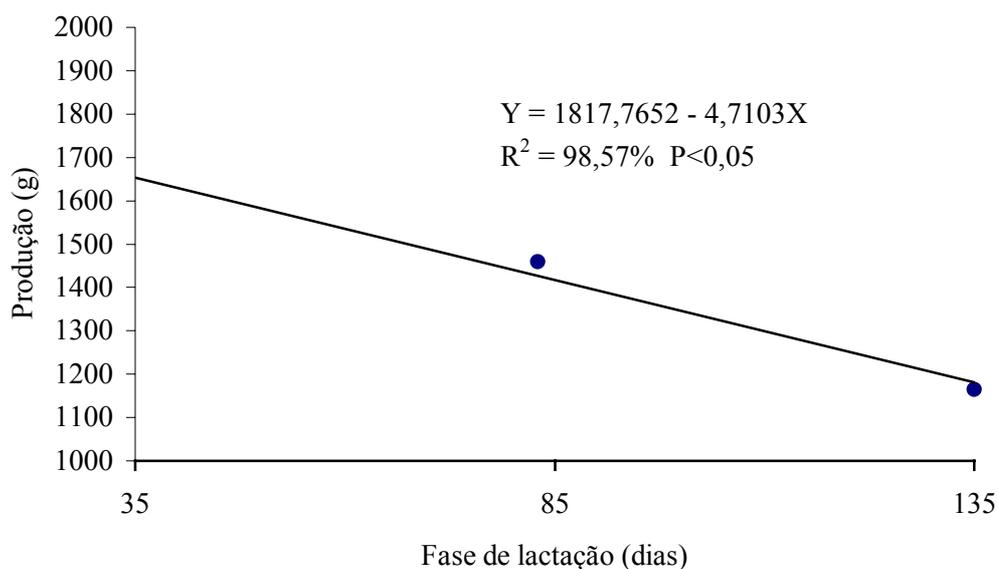


Ilustração 1 - Produção diária de leite (g) de cabras Saanen, em função das fases de lactação

Os valores de produção determinados neste estudo foram superiores aos citados por Faria (1987); Queiroga (1995) e Tholon (2000) com valores diários de 1,02; 0,89 e 0,77 Kg, respectivamente. Estes resultados produtivos alcançados podem ser explicados, devido à curta duração do período de lactação determinado (135 dias), entretanto, inferiores aos citados pelos mesmos autores aos 356, 195 e 288 dias de lactação, respectivamente. O período de lactação experimental foi restrito a 135 dias devido a algumas cabras apresentarem-se prenhas, pela presença do reprodutor. Para não haver comprometimento dos resultados produtivos dos grupos, 135 dias de lactação como foi considerado o período final, visto que a gestação ocasionou uma diminuição na produção de leite destes animais.

As médias de produção registradas foram superiores à média referente ao Estado da Paraíba, que é de 0,70 l/dia (SOUZA NETO e GUTTIERREZ, 1987), entretanto, ressalta-se que os animais utilizados foram da raça Saanen, que são animais exóticos, originários do Vale de Saanen, Suíça, com aptidão leiteira, mostrando-se bem adaptada às condições brasileiras (THOLON, 2001).

Os valores médios dos parâmetros químicos e físicos do leite de cabras Saanen, em função da fase de lactação estão expressos na Tabela 5. Também pode ser verificado que os teores de gordura e acidez diferiram nas fases de lactação ($P < 0,05$), apresentando um incremento com 135 dias de lactação, com valores de 3,9 g/100g para gordura e 16,5°D para acidez.

Tabela 5 - Valores médios (%) e desvios-padrões dos parâmetros físicos e químicos do leite de cabra Saanen in natura, em função da fase de lactação

Fase (dias)	Proteína (g/100g)	Lipídios (g/100g)	Lactose (g/100g)	EST ¹ (g/100g)	SNG ² (g/100g)	Densidade (g/cm ³)	Acidez (°D)
35	2,7 ± 0,09 ^a	3,3 ± 0,32 ^{ab}	4,2 ± 0,24 ^a	11,7 ± 0,45 ^a	8,39 ± 0,25 ^a	1032,2 ± 0,87 ^a	15,0 ± 0,00 ^b
85	2,6 ± 0,09 ^a	2,9 ± 0,05 ^b	4,2 ± 0,41 ^a	10,8 ± 0,07 ^a	7,85 ± 0,06 ^a	1031,7 ± 0,90 ^a	14,2 ± 0,50 ^b
135	2,8 ± 0,28 ^a	3,9 ± 0,57 ^a	3,9 ± 0,25 ^a	11,7 ± 0,78 ^a	7,74 ± 0,08 ^a	1031,2 ± 0,86 ^a	16,5 ± 0,58 ^a
Média	2,7 ± 0,20	3,4 ± 0,54	4,1 ± 0,37	11,4 ± 0,63	7,99 ± 0,28	1031,7 ± 0,89	15,2 ± 1,06
dms	0,35	0,75	0,61	1,03	1,03	1,73	0,87

¹ Extrato seco total

² Sólidos não gordurosos

Nas colunas, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Segundo vários autores, a composição do leite pode variar em alguns constituintes físico-químicos e na produção, dependendo da raça, condições do clima, período de lactação e disponibilidade de alimentos (GONZÁLEZ *et al.*, 2001; AGANGA *et al.*, 2002; SORYAL *et al.*, 2003). De acordo com Jenness (1980), dentre os principais fatores que afetam o teor de proteína do leite de cabra estão a raça e o período de lactação seguidos da variação sazonal. Neste sentido, Rota *et al.* (1993) afirmam que o comportamento dos teores de proteína e gordura segue uma evolução inversa à produção de leite, alcançando valores mínimos no segundo mês de lactação, coincidindo com a produção máxima de leite. Os dados da literatura são controversos quando avaliam o percentual de proteína em relação ao período de lactação.

Alguns autores afirmam que o conteúdo de proteína decresce com o decorrer da lactação (MBA *et al.*, 1975; AKINSOYINU *et al.*, 1977; PINTO *et al.*, 1984; FARIA, 1987; VOUSINAS *et al.*, 1990), enquanto outros afirmam o contrário (VEINOGLU *et al.*, 1982).

Alguns autores citam valores de proteínas superiores aos determinados nesta pesquisa. Anifantakis e Kandarakis (1980) encontraram a média de 3,14% para a raça Saanen. Karim e Lofti (1987), pesquisando animais da raça Saanen, mestiçados com Nadji, detectaram a média de proteína de 3,90%. Damásio (1984) relatou valores médios entre 3,28 e 4,09% para os animais mestiços das raças Alpina e Saanen com SRD (Sem Raça Definida), respectivamente. Faria (1987) detectou 3,05% de proteína para amostras de leite da raça Saanen. Valores próximos aos encontrados foram citados por Castagnetti *et al.* (1984) em amostras de leite das raças Saanen e Alpina, cujo teor médio de proteína foi o de 2,90%. Prata *et al.* (1998) e Chronobai *et al.* (1999), por sua vez, registraram valores de 3,27 e 3,34%, respectivamente.

Faria (1987) observou que os teores de proteína tenderam a diminuir, aproximadamente, até 120 dias de lactação; no entanto, não verificou variações significativas nos seus valores, com um aumento do aporte de proteína (50%), ministrado sob a forma de concentrado protéico. Estes resultados concordam com os apresentados por Fehr e Sauvant (1980) e Goetsch *et al.* (2001), os quais afirmam que a porcentagem protéica permanece constante, mesmo aumentando-se a quantidade de proteína na ração dos animais. Neste sentido, os resultados médios de proteína, obtidos nesta pesquisa, não apresentaram variações ($P > 0,05$).

Com relação à concentração de gordura no leite, segundo Devendra e Burns (1983), Mendes (1993) e González *et al.* (2001), o teor de gordura do leite caprino é susceptível a oscilações devido a vários fatores, como raça, turno de ordenha e período de lactação. Desta forma, algumas raças se caracterizam por produzir pouco leite com teor de

gordura elevado, como a raça Anglo Nubiana, e elevada quantidade de leite com baixo teor de gordura, como a raça Saanen. Outros fatores, como a disponibilidade de determinados alimentos, e a sazonalidade, também interferem na quantidade de gordura do leite de cabra.

Os valores médios das porcentagens de lipídio encontrados neste experimento foram inferiores aos obtidos por diversos autores, entre os quais, Karin e Lofti (1987), no Irã, trabalhando com leite de cabra mestiça das raças Saanen e Nadji, encontraram 3,7% de lipídios. Barbosa e Miranda (1986), analisando amostras de leite da raça Saanen, provenientes de 6 áreas geográficas distintas de Portugal, encontraram valor médio de lipídios de 3,6% e Queiroga (1995), no Brejo paraibano (Brasil), registrou teor médio de 4,6% de lipídios em amostra de leite de animais mestiços de Saanen. Da mesma forma, Silva (2001), em Pernambuco (Brasil), registrou valor médio de 3,9% de gordura no leite de cabras Saanen.

Segundo González *et al.* (2001), a composição e o teor de lípidos do leite são os parâmetros nutricionais que mais sofrem influência de diversos fatores intrínsecos e extrínsecos do animal, dentre os quais, os genéticos, o nível de produção, o período de lactação e os sazonais. As variações encontradas foram, provavelmente, influenciadas pela fase de lactação e pela produção de leite.

Goetsch *et al.* (2001), estudando o efeito da dieta na produção e composição do leite de cabra Alpina, observaram que o fator dieta tem efeito sobre os teor de gordura do leite, sobretudo, em animais de parição tardia, verificando-se relação direta com a ingestão e com o metabolismo energético. Os autores ressaltam que a dieta está diretamente associada às condições hormonais, tais como o efeito da insulina sobre os níveis de absorção da glicose e propionato, os quais podem modificar o estado sanguíneo e a síntese de gorduras.

O valor médio de lactose determinado (4,1 g/100g) foi semelhante aos reportados por Anifantakis e Kandarakis (1980), Queiroga (1995), Prata *et al.* (1998) e Sung *et al.* (1999), que obtiveram valores de 4,3; 4,2; 4,3 e 4,6%, respectivamente. González *et al.* (2001)

ressaltam que a lactose é um dos nutrientes mais estáveis da composição química do leite, estando diretamente relacionada com a regulação da pressão osmótica, de forma que maior produção de lactose determina maior produção de leite com mesmo teor de lactose. Entretanto, Goetsch *et al.* (2001) verificaram que o teor de lactose sofreu influência de diferentes níveis de concentrado da dieta, apresentando diferenças ao longo da lactação, em animais com parição tardia, não sendo observado o mesmo comportamento em animais com parição precoce.

Quanto ao teor de extrato seco total (11,4 g/100g), o valor determinado, apresenta-se inferior aos registrados por Karim e Lofti (1987), Barbosa e Miranda (1986), Queiroga (1995), Prata *et al* (1998) e Chornobai *et al.* (1999), com concentrações de 12,3; 12,1; 12,7%; 12,4 e 12,2%, respectivamente. Entretanto, Sung *et al.* (1999) e Morgan *et al.* (2003) citam valores aproximados: 11,1 e 11,8%. Os índices de densidade encontrados mostram-se semelhantes ao determinado por Barbosa e Miranda (1986) com valor médio de 1.030 g/cm³, Prata *et al* (1998) com 1,030 g/cm³; Chornobai *et al.* (1999) com 1.032 g/cm³ e Queiroga (1995), com 1.028 g/cm³. Os valores de acidez detectados, estão de acordo com os limites preconizados pela legislação vigente para o leite de cabra, nos quais, as variações observadas podem estar relacionadas com diferenças no teor dos ácidos carboxílicos e perfil microbiológico do leite.

Na Tabela 6, estão representados os valores referentes aos coeficientes de correlação entre os parâmetros químicos, físicos e de produção das amostras de leite de cabra Saanen.

Correlacionando-se os valores de proteína com o de gordura, pode-se observar uma forte correlação ($r= 0,855$). Evidencia-se também, forte interação entre a acidez, e a gordura ($r= 0,852$) e a lactose ($r= 0,731$). A primeira deve-se, provavelmente, às variações dos grupos carboxílicos presentes ao leite, e a segunda, em função da relação entre

disponibilidade da lactose em desdobrar-se em ácido láctico, por ação microbiana o que acarreta um aumento da acidez e diminuição o teor de lactose. Nader Filho *et al.* (1990), observaram que o teor de acidez aumentou com o avanço da lactação, em amostras de leite caprino. Este comportamento também foi observado, neste estudo, com variações ($P < 0,05$) durante as fases analisadas. Também se observa interação negativa ($r = -0,606$) entre a gordura e a produção de leite, estando este comportamento concordante com os resultados obtidos nesta pesquisa. Entretanto, verifica-se correlação entre a lactose e a produção ($r = 0,705$), não correspondendo ao registrado neste estudo.

Tabela 6 - Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre os parâmetros físicos, químicos e de produção do leite de cabra Saanen

Parâmetros	Gordura	Lactose	EST ¹	SNG ²	Densidade	Acidez	Produção
Proteína	+ 0,855 **	- 0,581 *	+ 0,311	- 0,472	- 0,105	+ 0,672 *	- 0,533
Gordura		- 0,608 *	+ 0,565	- 0,322	- 0,248	+ 0,852 **	- 0,606 *
Lactose			- 0,274	+ 0,204	+ 0,205	- 0,731 **	0,705 *
EST				+ 0,599 **	+ 0,184	+ 0,581 *	- 0,217
SNG					+ 0,452	- 0,159	+ 0,338
Densidade						- 0,190	+ 0,233
Acidez							- 0,667 *

¹ Extrato seco total

² Sólidos não gordurosos

* e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t de Student

Khaled *et al.* (1999), avaliando a interação entre a nutrição, o perfil metabólico sanguíneo e a composição do leite de cabra, observaram variações significativas no sangue e nos constituintes do leite devido a diferentes manejos alimentares ao longo da lactação. As

correlações verificadas demonstram que a nutrição provoca, rapidamente, alterações na composição do leite, mas, suas relações envolvem processos metabólicos complexos.

De acordo com os limites preconizados pela legislação vigente para o leite de cabra (BRASIL, 2000), verifica-se que os resultados obtidos encontram-se dentro do especificado, exceto para os parâmetros proteína, lactose e sólidos não gordurosos (SNG), os quais se apresentaram abaixo do limite que é o de 2,8; 4,3 e 8,2%, respectivamente. Estes resultados evidenciam a necessidade de mais pesquisas quanto aos limites estabelecidos pelas legislações, uma vez que, muitas vezes não representam as características dos leites produzidos pelos rebanhos nacionais.

Quanto ao perfil de ácidos graxos, os seus valores médios, expressos em percentual de área (%), do leite de cabra em função dos parâmetros estudados estão listados nas Tabelas 7 e 8. Foram identificados 22 ácidos graxos, dos quais, 15 são saturados, 5 monoinsaturados e 2 polinsaturados. Dos saturados destacaram-se os seguintes ácidos: cáprico (C10:0); mirístico (C14:0); palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0), todos com valores expressos em área percentual (%) de 9,35; 8,65; 24,48 e 12,88%. Já nos monoinsaturados, o maior percentual foi do ácido oléico, com 20,51%, enquanto nos polinsaturados, registrou-se o ácido linoléico, com valor de 1,90%. Foi observada, também, a predominância dos ácidos graxos saturados (75,91%), seguidos dos monoinsaturados (21,89%).

Com relação aos efeitos das fontes de variação, pode-se verificar que o fator manejo do rebanho não apresentou influência ($P > 0,05$) sobre os percentuais dos ácidos graxos identificados, com exceção do ácido láurico (C12:0), com maior valor (5,61%) para o grupo dos animais com a presença do macho. Esta variação observada, de forma isolada, pode ser em decorrência de características individuais dos animais participantes dos grupos dos animais.

Tabela 7 - Valores médios (%) e desvio-padrão de ácidos graxos saturados do leite de cabras Saanen, em função do manejo do rebanho, higiene da ordenha e fase de lactação

Ácido Graxo	Fontes de Variação							Média
	Manejo		Ordenha		Fase de lactação (dias)			
	Sem macho	Com macho	Sem higiene	Com higiene	35	85	135	
C 4:0	3,23 ± 2,42	3,00 ± 2,17	3,23 ± 2,21	3,00 ± 2,37	0,77 ± 0,24 ^c	5,81 ± 1,53 ^a	3,00 ± 0,79 ^b	3,12 ± 2,67
C 6:0	3,83 ± 2,53	3,46 ± 2,64	3,20 ± 2,47	4,09 ± 2,65	0,79 ± 0,19 ^b	5,05 ± 1,27 ^a	5,09 ± 2,37 ^a	3,65 ± 2,57
C 7:0	0,74 ± 0,16	0,60 ± 0,18	0,78 ± 0,81	0,57 ± 0,14	0,23 ± 0,20	0,85 ± 0,21	0,94 ± 0,55	0,68 ± 0,15
C 8:0	4,20 ± 2,04	3,95 ± 2,06	4,26 ± 1,98	3,89 ± 2,12	2,59 ± 1,40 ^b	5,95 ± 1,72 ^a	3,69 ± 1,31 ^a	4,08 ± 2,02
C 9:0	0,84 ± 0,55	0,84 ± 0,57	0,74 ± 0,67	0,60 ± 0,17	0,02 ± 0,01 ^b	1,22 ± 0,68 ^a	0,76 ± 0,49 ^a	0,67 ± 0,11
C 10:0	9,75 ± 1,75	9,04 ± 1,98	9,43 ± 1,98	9,36 ± 1,92	8,59 ± 1,84 ^b	10,63 ± 1,61 ^a	8,96 ± 1,63 ^{ab}	9,39 ± 1,88
C 11:0	1,04 ± 0,34	1,63 ± 1,04	1,25 ± 1,29	1,42 ± 0,35	0,08 ± 0,02 ^b	2,22 ± 1,33 ^a	1,70 ± 0,32 ^a	1,33 ± 0,23
C 12:0	4,25 ± 1,10 ^b	5,61 ± 1,16 ^a	5,64 ± 2,20	4,22 ± 1,60	4,78 ± 2,15	4,73 ± 1,03	5,29 ± 2,69	4,93 ± 2,03
C 13:0	0,92 ± 0,21	0,93 ± 0,26	1,03 ± 0,25	0,88 ± 0,23	0,07 ± 0,02 ^b	0,94 ± 0,19 ^a	1,76 ± 0,37 ^a	0,92 ± 0,17
C 14:0	8,92 ± 1,90	8,39 ± 3,00	8,44 ± 2,98	8,87 ± 1,94	9,32 ± 3,28	9,34 ± 1,77	7,30 ± 1,68	8,65 ± 2,49
C 15:0	1,00 ± 0,38	0,89 ± 0,44	0,98 ± 0,50	0,97 ± 0,32	0,98 ± 0,14	0,84 ± 0,20	1,01 ± 0,11	0,94 ± 0,11
C 16:0	23,50 ± 2,11	25,45 ± 3,63	24,34 ± 3,40	24,61 ± 2,84	25,18 ± 2,71	24,74 ± 2,53	23,51 ± 2,95	24,48 ± 3,09
C 17:0	0,60 ± 0,50	0,38 ± 0,11	0,49 ± 0,13	0,49 ± 0,13	0,97 ± 0,24 ^a	0,14 ± 0,07 ^b	0,36 ± 0,11 ^b	0,50 ± 0,46
C 18:0	12,88 ± 3,51	11,98 ± 3,88	12,24 ± 3,40	12,24 ± 3,40	15,67 ± 2,55 ^a	9,88 ± 3,02 ^b	11,74 ± 2,88 ^b	12,42 ± 3,68
C 20:0	0,13 ± 0,05	0,13 ± 0,06	0,13 ± 0,06	0,13 ± 0,06	0,11 ± 0,09	0,05 ± 0,04	0,22 ± 0,11	0,13 ± 0,04

Nas colunas, médias seguidas da mesma letra não diferem, significativamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 8 - Valores médios (%) e desvio-padrão de ácidos graxos insaturados e as relações entre as classes, em amostras do leite de cabras Saanen, em função do manejo do rebanho, higiene da ordenha e fase de lactação

Ácido Graxo	Fontes de Variação							Média
	Manejo		Ordenha		Fase de lactação (dias)			
	Sem macho	Com macho	Sem higiene	Com higiene	35	85	135	
C 14:1	0,34 ± 0,07	0,27 ± 0,08	0,33 ± 0,09	0,28 ± 0,06	0,28 ± 0,14	0,39 ± 0,13	0,25 ± 0,08	0,30 ± 0,05
C 15:1	0,21 ± 0,08	0,23 ± 0,09	0,20 ± 0,07	0,25 ± 0,07	0,36 ± 0,07 ^a	0,06 ± 0,01 ^b	0,31 ± 0,12 ^a	0,22 ± 0,05
C 16:1	0,61 ± 0,11	0,59 ± 0,14	0,65 ± 0,13	0,65 ± 0,13	1,09 ± 0,39 ^a	0,18 ± 0,13 ^b	0,53 ± 0,12 ^b	0,60 ± 0,56
C 17:1	0,30 ± 0,10	0,20 ± 0,06	0,17 ± 0,06	0,17 ± 0,06	0,45 ± 0,26 ^a	0,14 ± 0,08 ^b	0,16 ± 0,07 ^b	0,25 ± 0,041
C 18:1	20,18 ± 5,10	20,83 ± 5,19	20,08 ± 5,10	20,08 ± 5,10	25,27 ± 3,09 ^a	15,79 ± 3,33 ^c	20,45 ± 4,39 ^b	20,51 ± 5,59
C 18:2	2,49 ± 0,34	1,31 ± 1,08	2,15 ± 1,56	2,15 ± 1,56	1,74 ± 1,36 ^{ab}	1,28 ± 0,29 ^b	2,74 ± 1,44 ^b	1,90 ± 1,39
C 18:3	0,35 ± 0,59	0,88 ± 0,18	0,93 ± 0,17	0,93 ± 0,17	0,68 ± 0,26 ^a	0,97 ± 0,09 ^b	0,95 ± 0,09 ^b	0,89 ± 0,21
SAT	75,51 ± 6,26	76,32 ± 6,48	76,15 ± 6,47	75,68 ± 6,49	70,19 ± 3,08 ^c	82,19 ± 4,37 ^a	75,35 ± 4,72 ^b	75,91 ± 6,39
MONO	21,65 ± 5,66	22,14 ± 6,23	21,38 ± 5,63	22,40 ± 6,21	27,47 ± 3,27 ^a	16,51 ± 3,82 ^c	21,71 ± 4,35 ^b	21,89 ± 5,83
POLI	2,84 ± 1,70 ^a	1,54 ± 1,06 ^b	2,47 ± 1,83	1,91 ± 1,07	2,34 ± 1,41 ^a	1,29 ± 1,01 ^b	2,94 ± 1,71 ^a	2,19 ± 1,54
M/S	0,29 ± 0,09	0,29 ± 0,10	0,28 ± 0,09	0,30 ± 0,10	0,39 ± 0,06 ^a	0,20 ± 0,05 ^c	0,29 ± 0,07 ^b	0,29 ± 0,09
P/S	0,04 ± 0,02 ^a	0,02 ± 0,01 ^b	0,03 ± 0,02	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,02	0,02 ± 0,01	0,04 ± 0,02	0,03 ± 0,02
I/S	0,33 ± 0,10	0,31 ± 0,11	0,32 ± 0,11	0,33 ± 0,11	0,42 ± 0,06 ^a	0,22 ± 0,06 ^c	0,33 ± 0,08 ^b	0,33 ± 0,10
AGD	37,38 ± 9,17	36,62 ± 9,22	36,09 ± 9,11	36,92 ± 10,11	45,47 ± 4,84 ^a	27,66 ± 6,63 ^c	36,39 ± 6,82 ^b	36,51 ± 9,41

Nas colunas, médias seguidas da mesma letra não diferem, significativamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

M/S – relação monoinsaturados e saturados

P/S – relação poliinsaturados e saturados

I/S – relação insaturados e saturados

AGD – ácidos graxos desejáveis (insaturados + C18:0)

Já para o fator higiene, os teores não diferiam entre todos os ácidos determinados. Entretanto, na análise do perfil de ácidos graxos nas fases de lactação, para os ácidos saturados, detectaram-se diferenças ($P < 0,05$) nos compostos identificados, com exceção dos ácidos heptanóico (C7:0), láurico (C12:0), mirístico (C14:0), pentadecanóico (C15:0), e palmítico (C16:0) e araquídico (C20:0).

Quanto aos ácidos insaturados, todos apresentaram variações ($P < 0,05$) nos estágios de lactação analisados. Nas relações entre os ácidos graxos, apenas a relação P/S e não diferiu ($P > 0,05$). Esta relação apresenta-se menor em ruminantes do que em não-ruminantes, devido a processos de bio-hidrogenação dos ácidos graxos insaturados, provenientes da dieta pelos microrganismos do rúmen (COULON e PRIOLO, 2002; CHILLIARD *et al.*, 2001)

Desta forma, o perfil dos ácidos graxos das amostras de leite de cabra sob os fatores manejo do rebanho e condições higiênicas da ordenha não foi modificado, verificando-se que nem a presença do reprodutor com as fêmeas afetou a composição dos ácidos graxos, nem a higiene na ordenha não demonstrou tais alterações, provavelmente indicando que não ocorreram reações metabólicas (lipólise) por ação microbiana.

Quanto às fases de lactação, pode-se observar uma tendência a maiores percentuais de ácidos graxos de cadeia curta e média (C4:0 a C12:0), na fase intermediária da lactação com 85 dias após a lactação, ocasionando conseqüentemente, um decréscimo nos ácidos de cadeia longa, mais evidenciado nos ácidos esteárico (C18:0) e oléico (C18:1). Comportamento semelhante foi observado com os teores dos ácidos saturados, que diferiram ($P < 0,01$) em função do período de lactação, e, por conseguinte, os ácidos monoinsaturados e polinsaturados. Também, pode-se verificar uma variação ($P < 0,05$) nos valores obtidos de Ácidos Graxos Desejáveis (AGD), com menor percentual na fase intermediária e maior no início da lactação, estando diretamente influenciados pelos teores de ácido esteárico (C18:0).

Segundo González *et al.* (2001), os precursores dos ácidos graxos sintetizados no tecido mamário incluem a glicose, acetato e β -hidroxibutirato. Entretanto, alguns ácidos graxos provenientes da dieta ou do metabolismo ruminal e intestinal são incorporados à glândula mamária, a partir do sangue. Aproximadamente 25% dos ácidos graxos do leite são derivados da dieta; 50%, do plasma e o restante são elaborados na glândula mamária a partir de precursores, como o acetato, com o envolvimento de enzimas, a acetil-Coa carboxilase e a sintetase (CHILLIARD *et al.*, 2001). Os ácidos graxos de cadeia curta e média são sintetizados na glândula mamária, com a participação do acetato e, provavelmente, do β -hidroxibutirato. A maior parte dos ácidos esteárico e palmítico deriva dos triglicerídeos dos quilomícrons e lipoproteínas de baixa densidade do sangue, sendo o esteárico precursor do oléico. Também se tem sugerido que a glândula mamária retém uma grande mistura de ácidos graxos de cadeia longa, podendo servir de fonte endógena de ácidos graxos para síntese dos acilgliceróis do leite.

Chilliard *et al.* (2001) e Schmidely e Sauvant (2001) afirmam que fatores relacionados com o rúmen, com o metabolismo energético e com o fornecimento de precursores à glândula mamária afetam o volume de produção, quantidade e qualidade da gordura produzida no leite do animal. O aporte em quantidade e qualidade de gordura na dieta tem efeito direto sobre a fermentação ruminal, provocando alterações na flora celulolítica. Os microrganismos desenvolvem-se de forma diferencial, variando as concentrações de ácidos propiônico, acético e butírico, que induzem a variações na formação de corpos cetônicos, precursores utilizados pelos mamócitos para síntese de ácidos graxos não-esterificados. A absorção dos lipídios está vinculada, estreitamente, com o balanço energético.

O balanço energético, por sua vez, implica a regulação de reservas corporais de energia, estando diretamente associado com o aporte de ácidos graxos de cadeia longa, que são oferecidos à célula mamária. Portanto, a quantidade relativa destes ácidos no produto

final, está relacionada com o volume secretado, que deste modo, é regulado pelos processos de síntese/captação de ácidos graxos. No início da lactação, um desequilíbrio no balanço energético pode provocar mobilização da gordura de reserva, com conseqüente ingresso de acilgliceróis na circulação sanguínea. Na fase seguinte iniciando a lactação, verifica-se maior demanda de volume de ingestão, ocasionando modificações no balanço energético, com conseqüência direta na síntese dos ácidos graxos (PÉREZ *et al.*, 1997; GOETSCH *et al.*, 2001; SANZ SAMPELAYO *et al.*, 2002).

Os complexos processos metabólicos de bio-hidrogenação ruminal, ocasionados por possíveis variações na quantidade do volume de alimento ingerido, podem ter originado as diferenças no perfil dos ácidos graxos determinados nesta pesquisa. Variações no perfil de ácidos graxos foram observadas por Morand-Fehr *et al.* (1997) e Sanz Sampelayo *et al.* (2002), ao estudarem o efeito do manejo alimentar.

Os teores de ácidos graxos determinados apresentam algumas diferenças nos valores descritos por Fontecha *et al.* (2000) e Sanz Sampelayo *et al.* (2002), analisando amostras de leite da raça Murciana Granadina. As principais diferenças são evidenciadas nos ácidos graxos esteárico e oléico, os quais foram inferiores aos determinados nesta pesquisa (Tabelas 7 e 8), com valores médios de 7,17 e 15,46%, respectivamente.

4 Conclusões

Nas condições experimentais determinadas, pode-se concluir que:

- Animais da raça Saanen apresentam produtividade leiteira satisfatória em 135 dias de lactação, evidenciando-se a produção máxima aos 35 dias e comportamento linear decrescente à medida que se avança a lactação.

- A fase de lactação influenciou nos teores de lipídios e na acidez do leite, registrando-se os maiores valores no final da lactação.
- Os fatores manejo do rebanho e higiene da ordenha não promoveram variações no perfil de ácidos graxos do leite caprino.
- Os valores médios dos ácidos graxos saturados C4:0, C6:0, C8:0, C9:0, C:10, C11:0, C13:0, C17:0 e C18:0 foram influenciados pela fase de lactação, apresentando os maiores percentuais de ácidos graxos de cadeia curta na fase intermediária. Os teores médios de ácidos graxos insaturados também foram modificados por este fator, observando-se valores superiores na fase inicial da lactação.

5 Referências bibliográficas

AGANGA, A. A.; AMARTEIFIO, J. O.; NKILE, N. Effect of stage of lactation on nutrient composition of Tswana sheep and goat's milk. *Journal of composition and analysis*, v. 15, n. 5, p. 533-543, 2002.

AKINSOYINU, A. O.; MBA, A. V.; OLUBAJO, F. O. Studies on milk yield and composition of the West African Dwarf goat in Nigeria. *Journal of Dairy Research*, Cambridge, v.44, n.1, p. 57-52, 1977.

ANIFANTAKIS, E. M.; KADARAKIS, J. G. Contribution to the study of the composition of goat's milk. *Milchwissenschaft*, Munich, v. 35, n. 10, p. 617-619, 1980.

AOAC Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*, 16 ed., 4 rev, 1998. 2v.

BARBOSA, M.; MIRANDA, R. Physico-chemical and microbiological characteristics of goat milk in Portugal. *Bulletin International Dairy Federation*, n. 202, p. 84-89, 1986.

BOYAZOGLU, J.; MORAND-FEHR, P. Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality: A critical review. *Small Ruminant Research*, v. 40, p. 1-11, 2001.

BRASIL. *Instrução Normativa n°37 – Regulamento Técnico de Produção, identidade e qualidade do leite de cabra*. *Diário Oficial da União de 8 de novembro de 2000*. Disponível no site www.Agricultura.gov.Br/das/dipoa/legislacaoespecifica_leited.htm. Acesso em 13 de maio de 2001.

BRITO, C. O. *Influência do período de lactação nos constituintes químicos e físicos e na produção do leite de cabras puras e mestiças da raça Murciana Granadina*. João Pessoa, 1999, 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, 1999.

CASTAGNETTI, G. B.; CHIAVARI, C.; LOSI, G. Physicochemical and processing characteristics of milk from goat breeds of high productivity. *Scienza e Tecnica Lattiero Casearia*, Parma, v. 35, n. 2, p.109-132, 1984.

CHILLIARD, Y. ; FERLAY, A.; MANSBRIGDE, R. ; DOREAU, M. Ruminant milk platicity: nutritional control of saturated, polysaturated, *trans* and conjugated fatty acids. *INRA Ann. Zootech.*, n. 49, p. 181-205, 2000.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; DOREAU, M. Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières: acides grãs *trans* polyinsaturés, acide linoléique conjugué. *INRA Prod. Anim.*, v. 14, n. 5, p. 323-335, 2001.

CHORNOBAI, C. A.; DAMASCENO.; J. C. VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E. Physical-chemical composition of in nature goat milk from cross Saanen throughout lactation period. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v. 49, n. 3, p. 283-286, 1999.

CORDEIRO, P. R. C. O desenvolvimento econômico da caprinocultura leiteira. *Revista do Cons. Federal de Medicina Veterinária*, Brasília, v. 4, n. 13, p. 28-30, 1998.

COULON, J. B.; PRIOLO, A. La qualité sensorielle des produits laitiers et de la viande dépend des fourrages consommés par les animaux. *INRA. Prod. Anim.*, v. 15, p. 333-342. 2002.

DAMÁSIO, M. H. *Caracterização físico-química e sensorial do leite de cabra e seus produtos: coalhada e queijo tipo minas frescal*. Campinas, 1984. 160 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola. Universidade Estadual de Campinas, 1984.

DANTAS, A. H. G. *Influência do grau de mestiçagem sobre a composição química do leite de cabra*. João Pessoa, 1999. 80 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição). Universidade Federal da Paraíba, 1999.

DELACROIX-BUCHET, A.; LAMBERET, G. Sensorial properties and typicity of goat dairy products. . In: International Conference on Goats, 1, Tours/France, *Proceedings...Tours/ France*, p. 559-563, 2000.

DEVENDRA, C., BURNS, M. *Goat production in the tropics*. s.l.: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1983.

EGITO, A. S. Utilização racional do leite de cabra e seus derivados. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 28, 1989, João Pessoa. *Curso de Atualização em Caprinocultura e Ovinocultura*. João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1991. 145 p.

FAOSTAT – Disponível no site http://www.fao.org/waicent/portal/statistics_en.asp. Acesso em 22 de julho de 2003.

FARIA, V. M. C. de O. *Estudo do rendimento e composição do leite de cabra na região Nordeste: raça Saanen*. Campinas, 1987. 95 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, 1987.

FEHR, P. M., SAUVANT, D. Composition and yield of goat milk as affected by nutritional manipulation. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 63, n. 10, p. 1971-1880, 1980.

FERREIRA, M. C. C. *Características físicas, químicas e microbiológicas do leite de cabras puras do Curimataú paraibano*. João Pessoa, 1996, 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, 1996.

FISBERG, M.; NOGUEIRA, M.; FERREIRA, A. M. A.; FISBERG, R. M. Aceitação e tolerância de leite de cabra em pré-escolares. *Revista de Pediatria Moderna*, São Paulo, v. 35, n. 7, 1999.

FNP – ANUALPEC. *Anuário da Pecuária Brasileira*. São Paulo. 2003. p. 315-319.

FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANNE,; STANLEY G. H. A simple method for isolate and purification of total lipid from animal tissues. *Journal Biological Chemistry*. v. 226, p. 497-509, 1957.

FONTECHA, J.; RIOS J. J.; LOZADA, L.; FRAGA, M. J.; JUAREZ, M. Composition of goat's milk fat triglycerides analyzed by silver ion adsorption – TLC and GC – MS. *International Dairy Journal*, v. 10, p. 119-128, 2000.

GOETSCH, A.L.; DETWEILER, G.; SAHLU, T.; PUCHALA, R.; DAWSON, L. J. Dairy goat performance with different dietary concentrate levels in late lactation. *Small Ruminant Research*, v. 41, p. 117-125, 2001.

GONZÁLEZ, F. H. D.; DÜRR, J. W.; FONTANELLI, R. *Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras*, Editado por GONZÁLEZ, F. H. D. et al., Porto Alegre, 2001, 72 p.

HAENLEIN, G. F. W. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, 2003. (in press).

HARTMAN, L.; LAGO, B. C. A. Rapid preparation of methyl esters from lipids. *Laboratory Practice*, v. 22, p. 475-477, 1973.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. 3 ed. São Paulo, 1985. v.1. 533p

JAUBERT, G.; BONDIN, J. P.; JAUBERT, A. Flavour of goat farm bulk milk. Morand-Fehr P. (ed.) *Recent advances in goat research* Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1997. 93 p. (Cahiers Options Méditerranéennes; v. 25). 6. International Conference on Goats, Beijing (China)

JENNESS, R. Composition and characteristics of goat milk: review 1968 -1979. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 63, n. 10, p. 1605-1630, 1980.

KARIM, G., LOFTI, A. Studies on the milk composition of crossbreed Saanen goat. *J. Vet. Fac. Univ. Theran, Iran*, v. 42, n. 1, p. 5-13, 1987.

KHALED, N. F.; ILLEK, S.; GAJDUSEK, S. Interactions between nutrition blood metabolic profile and milk composition in dairy goats. *Acta Vet. BRNO*, v. 68, p. 253-258, 1999.

LEVANTAMENTO Exploratório - reconhecimento de solos do Estado da Paraíba, I. Recife: SUDENE/DRN, MA/CONTAP/USAID, 1972.

MBA, A. V., BOYA, B. S., OYENNGA, U. A. Studies on the milk composition of West African Dwarf, Red Sokoto and Saanen goats at different stages of lactation. *Journal of Dairy Research*, Cambridge, n. 42, p. 217-226, 1975.

MENDES, E. S. *Características físicas e químicas do leite de cabra sobre os efeitos dos tratamentos térmicos e das estações do ano em duas regiões do Estado de Pernambuco*. Piracicaba, 1993. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade de São Paulo, 1993.

MORAND-FERH, P.; TESSEIR, J.; MESCHY, F.; SAUVANT, D. Effect of roughage level and source in diets on the risk of reversing fat and protein percentages in goat milk. Morand-Fehr P. (ed.) *Recent advances in goat research* Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1997. 93 p. (Cahiers Options Méditerranéennes; v. 25). 6. International Conference on Goats, Beijing (China)

MORGAN, F.; *et al.* Characteristics of goat milk collected from small and medium enterprises in Greece, Portugal and France. *Small Ruminant Research*, v. 47, p. 39-49, 2003.

NADER FILHO, A.; TRAMONTE, E. B.; AMARAL, L. A., *et al.*, Variação das Características físico-químicas do leite de cabra durante os diferentes meses do período de lactação. *Ars Veterinária*, UNESP - São Paulo, v. 2, n. 2, 1990.

PÉREZ, L.; SANZ SAMPELAYO, F.; EXTREMERA, G. BOZA, J. Effects of soap supplies on goat milk production and composition. Morand-Fehr P. (ed.) *Recent advances in goat research* Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1997. 93 p. (Cahiers Options Méditerranéennes; v. 25). 6. International Conference on Goats, Beijing (China)

PIMENTEL-GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 11ed. rev.amp. São Paulo: Nobel, 1985. 466 p.

PINTO, C. M.; VILLENA, J. P.; JOFRE, B. H. Contribución al estudio de la composición de la leche de cabra Anglo Nubian. *Agro. Sur.*, Valdivia, v. 12, n. 2, p. 163-173, 1984.

PRASAD, H.; SENGAR, O. P. S. Milk yield and composition of the Barbari goat breed and its cross with Jamunapari, Beetal and Black Bengal. *Small Ruminant Research*, v. 45, p. 79-83, 2002.

PRATA, L. F.; RIBEIRO, A. C.; REZENDE, K. T., *et al.* Composição, perfil nitrogenado e características do leite caprino (Saanen). Região Sudeste. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 18, n. 4, p. 429-432, 1998.

QUEIROGA, R. C. R. E. *Características físicas, químicas e condições higiênico-sanitárias do leite de cabras mestiças no Brejo paraibano*. João Pessoa, 1995. 84 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, 1995.

- ROTA, A. M.; RODRIGUEZ, P.; ROJAS., *et al.*, Quantitative changes in the milk of Veratá goats during lactation. *Arch. Zootec.*, n. 42, p. 137-146, 1993.
- SANZ SAMPELAYO, M. R. S.; PÉREZ, L.; ALONSO, M. J. J.; AMIGO, L.; BOZA, J. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich PUFAs on the performance lactating Granadina goats. Part II. Milk production and composition. *Small Ruminant Research*. v. 43, p. 141-148, 2002.
- SAS INSTITUTE. *User's guide: statistics*. Versão 6.12. Cary, USA: North Carolina State University, 1996. 956 p.
- SCHMIDELY, P.; SAUVANT, D. Taux butyreux et composition de la matière grasse du lait chez les petits ruminants: effets d'apport de matières grasses ou d'aliment concentré. *INRA Prod. Anim.*, v. 14, n. 5, p. 337-354, 2001.
- SILVA, A. M. C. *Efeitos de processamento de pasteurização aplicados em leite de cabra no estado de Pernambuco*. 2001. Dissertação (Mestrado em Nutrição). Universidade Federal de Pernambuco, Recife/PE. 2001. 117p.
- SIMPLÍCIO, A. A.; WANDER, A. Organização e Gestão da Unidade Produtiva na caprino-ovinocultura. Congresso Pernambucano de Medicina Veterinária – Seminário Nordeste de Caprino-ovinocultura, 5, Recife/Brasil. *Anais...* Recife/ Brasil, p. 177-187, 2003.
- SORYAL, K. A.; ZENG, S. S.; MIN, B. R.; HART, S. P. Effect of feeding treatments and lactation stages on composition and organoleptic quality of goat milk Domiati cheese. *Small Ruminant Research*, 2003. (in press).
- SOUZA NETO, J.; GUTTIERREZ, N. A. *Características gerais da caprinocultura no Estado da Paraíba*. Sobral: EMBRAPA - CNPC, 1987. 23 p. (EMBRAPA-CNPC, Boletim de Pesquisa, 5)
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. *Principles and procedures of statistics*. New York: McGraw-Hill, 1960. 481 p.
- SUNG, Y. Y.; WU, T. I.; WANG, P. H. Evaluation of milk quality of Alpine, Nubian, Saanen and Toggenburg breeds in Taiwan. *Small Ruminant Research*, v. 33, p. 17-23, 1999.
- THOLON, P. *Estudo genético quantitativo de características de importância econômica em caprinos da raça Saanen*. 2000. Universidade Estadual Paulista-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal/SP. 2000. 54 p.
- VEINOGLU, D.; BALTADJIEVA, M.; KALATZOTOULOS, G., *et al.*, La composition der laite de chevre de la région de Plovidven Bulgarie et la Loannina em Grèce. *Le Lait*, Paris, v.62, n.613/614, p.155-165, 1982.
- VOUTSINAS, L.; PAPPAS, C.; KATSIARI, M. The composition of Alpine goats milk during lactation in Greece. *Journal of Dairy Research*, Cambridge, v.57, n. 1, p. 45-51, 1990.
- WALKER, V. Uso terapêutico do leite de cabra na medicina moderna. *Agropecuária Alternativa*, v. 5, n. 25, 1991.

Capítulo III

Características microbiológicas do leite de cabras Saanen submetidas a diferentes manejos da ordenha, durante fases de lactação

1 Introdução

A caprinocultura no Brasil, nos últimos anos, tem sido incentivada pela ação conjunta dos governos estaduais, instituições de pesquisa e associações de criadores, com a finalidade de aumentar o potencial leiteiro do rebanho e melhorar a produção de qualidade. Apesar de numericamente representativo, o rebanho caprino apresenta níveis acentuadamente reduzidos de desempenho, condicionados pela precariedade da tecnologia aplicada no Brasil, aliada a não-utilização de padrões de controle higiênico-sanitário para leite de cabra e seus derivados. Tais fatores constituem-se como as principais limitações na agroindústria especializada em produtos caprinos, estando a ampliação deste setor produtivo vinculada à melhoria da estrutura de comercialização e à aplicação de tecnologia adequada aos padrões de qualidade exigidos (GUIMARÃES E CORDEIRO, 2003; SIMPLÍCIO e WANDER, 2003).

A baixa produção e a sazonalidade são também considerados problemas na distribuição durante o ano todo. Em decorrência desta produção e da falta de estruturas específicas para o seu beneficiamento, a maior parte da produção leiteira caprina é comercializada na forma do leite pasteurizado congelado, beneficiado artesanalmente pelo criador, na zona rural. Atualmente, existe o regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite de cabra de abrangência nacional, conforme, no qual, a pasteurização lenta está preconizada como tratamento térmico, para ser comercializado resfriado ou congelado (BRASIL, 2000).

Alguns trabalhos têm sido realizados pesquisando-se o controle microbiológico do leite pasteurizado comercializado em vários Estados do Brasil (BENEDET *et al.*, 1996; GOMES *et al.*, 1997; SILVA *et al.*, 1999), nos quais alguns autores detectaram valores acima dos padrões microbiológicos permitidos pela legislação. Contudo, ainda são escassas pesquisas que subsidiem conclusões sobre o panorama do perfil microbiológico do leite de cabra produzido no Brasil, principalmente nas suas diferentes regiões. Em outros países, como a França e a Espanha, programas de inspeções sanitárias são desenvolvidos de forma eficaz, visando à eficiência da cadeia produtiva (CUNYNGHAME, 2000; DAVID *et al.*, 2000; FALAGAN *et al.*, 2000).

Com relação ao manejo de ordenha, autores afirmam que a qualidade microbiológica do leite está diretamente relacionada com as condições higiênico-sanitárias de obtenção, que se apresentam como decisiva na qualidade do produto final (GOMES *et al.*, 1997; SILVA *et al.*, 1999; PENNA *et al.*, 2000; BOYAZOGLU E MORAND-FEHR 2001). Carvalho (1998) e Montel *et al.* (2003) ressaltam que estas condições podem influir nas características sensoriais, nutricionais e sanitárias, podendo comprometer o leite e seus derivados.

Características do leite de cabra coletado em fazendas da Grécia, Portugal e França foram avaliadas por Morgan *et al.* (2003), revelando variabilidade nos resultados, de acordo com o método de manejo adotado. Os autores salientam que os sistemas de produção de leite de cabra, modos de transportá-lo ainda cru, procedimentos aplicados na recepção e armazenamento são decisivos na qualidade do produto final, necessitando-se de pesquisas para definição de recomendações tecnológicas.

Na Espanha, Delgado-Pertinez *et al.* (2003), estudando o efeito do manejo higiênico-sanitário na qualidade do leite de cabra em sistemas semi-extensivos, observaram que fazendas com aplicação de manejo adequado obtiveram qualidade bacteriológica

aceitável. Também foi observado que outros fatores como ambiente, raça e existência de mastite subclínica apresentaram-se determinantes do perfil microbiológico do produto.

Durante a obtenção do leite, possíveis focos de contaminação podem ser atribuídos às condições higiênico-sanitárias da ordenha, como as mãos dos manipuladores, os equipamentos e utensílios, além da sanidade dos animais, que, uma vez doentes, podem comprometer o leite, mesmo antes de sair do úbere. A avaliação microbiológica dos alimentos é um dos parâmetros mais importantes para determinar sua vida útil, além de garantir sua salubridade.

Este trabalho teve como objetivo o de avaliar a influência de diferentes condições higiênico-sanitárias de manejo de ordenha, no que tange as características microbiológicas do leite de cabra, visando a contribuir com os processos de obtenção dos produtos caprinos de qualidade.

2 Material e métodos

As amostras foram coletadas no Setor de Caprinocultura da Universidade Federal da Paraíba – Campus de Bananeiras (PB). Os animais utilizados foram 20 cabras da raça Saanen, selecionadas segundo os critérios de data e número de partições, elegendo-se os de 2^a e 3^a cria, com a mesma época de partição. Foram criados em sistema intensivo, tendo como suporte forrageiro feno de capim *Tifton*, suplementados com ração balanceada (16% de proteína), oferta de sal mineral e água *ad libitum*. Foram adotadas as recomendações sanitárias e médico-veterinárias, procedendo-se o controle preventivo de mastite. O capril da Instituição possui estrutura satisfatória para o sistema de confinamento, com piso de pedras (paralelepípedos) e sala de ordenha apropriada, com capacidade para 10 animais.

As coletas foram realizadas aos 35, 85 e 135 dias de lactação, correspondendo às fases inicial, intermediária e final do período de lactação, respectivamente. A ordenha manual

foi realizada as 6 e 16 h. Foram constituídos 2 grupos experimentais com 10 animais em cada um, nos quais foram aplicados diferentes condições higiênico-sanitárias de ordenha, denominando-se “sem higiene” e “com higiene”. No primeiro, não foi aplicado nenhum procedimento de higiene na ordenha, enquanto o segundo recebeu os seguintes cuidados higiênicos: a) lavagem das tetas com água corrente e posterior secagem com tecido de algodão; b) eliminação dos primeiros jatos de leite; c) desinfecção das tetas com solução glicerinoiodada (EGITO, 1991). Em todas as coletas os utensílios foram previamente lavados com água e sabão neutro e secos à temperatura ambiente. O leite ordenhado dos grupos foi homogeneizado com bastão de vidro e pesado, sendo retiradas amostras de 250 mL, as quais eram acondicionadas em recipientes estéreis de vidro e transportadas em caixa de isopor com gelo ao laboratório. As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos da mesma Instituição.

As amostras de leite de cabra foram analisadas quanto à:

- a) Contagem Padrão de Bactérias Mesófilas, pelo do método AOAC 998.18 (AOAC, 1998);
- b) Coliformes Totais e Fecais, pelo método AOAC 996.34, aplicando-se a técnica dos tubos múltiplos (AOAC, 1998);
- c) *Listeria monocytogenes* (AOAC 996.14), pela técnica de ensaio imunoenzimático (AOAC, 1998);
- d) *Staphylococcus aureus* em placas, pelo método AOAC 2001.05 (AOAC, 2002), utilizando-se placas Petrifilm 3M-RSA.

Os dados microbiológicos foram submetidos à análise de variância, obedecendo a um delineamento experimental inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 2 x 3, com 10 repetições. Os dados de Contagem Total de Bactérias Mesófilas foram previamente

transformados em Log (X), os de Coliformes Totais em Log (X + 1) e os de Coliformes Fecais em $1/(X + 1)$, para homogeneização de variâncias, e, posteriormente, analisados estatisticamente por meio de análise de variância, utilizando-se o teste F para comparação dos quadrados médios de tratamentos. Nos casos da interação tratamentos x tempo de lactação significativa, fez-se o desdobramento das médias, para se estudar o efeito de um fator em cada nível do outro separadamente (STELL E TORRIE, 1960; PIMENTEL-GOMES, 1985).

Os dados de *Staphylococcus aureus* foram convertidos em Log (X) e, posteriormente, submetidos à análise de variância para um delineamento inteiramente casualizado, envolvendo os efeitos da higiene da ordenha e tempo de lactação. Neste modelo, a interação tratamentos x tempo de lactação foi considerada como erro experimental ou resíduo.

A comparação entre médias de tratamentos foi efetivada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (STELL e TORRIE, 1960; PIMENTEL-GOMES, 1985). Nas análises estatísticas, foi utilizado o programa *Statistical Analysis System (SAS)*, descrito pelo SAS INSTITUTE (1996).

3 Resultados e discussão

Estão apresentados, na Tabela 9, os resultados das análises microbiológicas para a Contagem total de bactérias mesófilas (UFC/mL), Coliformes Fecais (NMP/mL) e *Staphylococcus aureus* (UFC/mL) do leite de cabras Saanen, em função das condições de ordenha e fase de lactação. Os valores de todos os parâmetros microbiológicos analisados diferiram devido à fase da lactação ($P < 0,01$), enquanto as contagens de Coliformes Totais revelaram variações ($P < 0,01$) na interação dos fatores higiene da ordenha e a fase da lactação. Na análise de *Staphylococcus aureus*, também se detectou a influência da condição higiênica

($P < 0,05$) nos valores obtidos. As contagens de Coliformes Totais, nas condições determinadas estão expressas na Tabela 10.

Tabela 9 - Valores médios dos parâmetros microbiológicos Contagem Total de Bactérias Mesófilas (UFC/mL), Coliformes Fecais (NMP/mL) e *Staphylococcus aureus* (UFC/mL) do leite de cabras Saanen, sob diferentes condições de ordenha e fase de lactação (dias)

Fatores	Parâmetros					
	Contagem Total		Coliformes Fecais		<i>S.aureus</i>	
	Nº absoluto	Log (X)	Nº absoluto	Log (X+1)	Nº absoluto	Log (X)
Higiene						
Sem higiene	$9,3 \times 10^3$	4,269 ^a	$3,3 \times 10^2$	0,833 ^a	$1,2 \times 10^2$	1,955 ^a
Com higiene	$7,3 \times 10^3$	4,209 ^a	$1,6 \times 10^3$	0,800 ^a	$5,0 \times 10$	1,663 ^b
dms	0,359		0,171		0,276	
Fase de lactação						
Inicial (35)	$3,9 \times 10^4$	4,352 ^a	$2,8 \times 10^3$	0,500 ^b	$3,2 \times 10$	1,496 ^b
Intermediária (85)	$1,8 \times 10^5$	4,778 ^a	$2,1 \times 10^2$	0,950 ^a	$1,5 \times 10^2$	2,036 ^a
Final (135)	$2,7 \times 10^4$	3,586 ^b	< 3	1,000 ^a	$8,0 \times 10$	1,896 ^{ab}
dms	0,592		0,258		0,419	

Nas colunas, médias seguidas da mesma letra não diferem, significativamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores médios obtidos da Contagem Total apresentam-se semelhantes aos reportados por Queiroga (1995), Carvalho (1998), Beltrão Filho (1999), de $3,2 \times 10^4$; $2,5 \times 10^4$; $3,1 \times 10^4$ UFC/mL. Ressalta-se que os valores determinados estão de acordo com o limite preconizado ($5,0 \times 10^5$ UFC/mL) pela legislação específica para o leite de cabra (BRASIL, 2000). Os valores médios mostraram-se inferiores aos citados por Oliveira *et al.* (1982), Bento *et al.* (1985), Barbosa e Miranda (1986), Faria (1987) e Teixeira Neto *et al.* (1994), os quais obtiveram valores médios variando de $1,7 \times 10^5$ e $1,0 \times 10^6$ UFC/mL.

Quanto aos Coliformes Totais e Fecais, os resultados foram próximos aos citados por Faria (1987), Espie e Mullan (1987), Egito *et al.* (1987) e Silva (2001), com valores médios de $4,3 \times 10^3$; $2,6 \times 10^3$; $1,1 \times 10^4$ e $3,4 \times 10^4$ NMP/ml, respectivamente. Para os Coliformes Fecais, detectaram-se médias similares às citadas por Queiroga (1995) e Ferreira (1996) de $4,6 \times 10^2$ e $2,4 \times 10^2$ NMP/mL, respectivamente. Nas contagens de Coliformes

Totais durante as fases de lactação, observa-se que o fator higiene exerceu influência na fase final da lactação.

Tabela 10 - Valores médios dos Coliformes Totais (NMP/mL), no leite de cabra Saanen, em função das condições de ordenha e fase de lactação

Parâmetro	Fase de lactação (dias)					
	Inicial (35)		Intermediária (85)		Final (135)	
Coliformes Totais	Nº absoluto	Log (X)	Nº absoluto	Log (X)	Nº absoluto	Log (X)
Fator/Manejo						
▪ Sem higiene	5,3 x 10 ³	3,591 ^{aA}	6,9 x 10 ⁴	4,688 ^{aA}	4,4 x 10 ⁴	3,295 ^{aA}
▪ Com higiene	3,6 x 10 ⁴	4,340 ^{aA}	6,4 x 10 ⁴	4,729 ^{aA}	6,6 x 10 ²	0,899 ^{bB}

Médias seguidas da mesma letra maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem, significativamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas análises de contagem de *S aureus*, pode-se observar valores baixos indicando desta forma que, provavelmente, os animais não eram portadores de mastite, evidenciando também a utilização de técnicas adequadas de manejo do rebanho. Doutra parte, verifica-se que as condições da ordenha proporcionaram contagens menores ($P < 0,05$), quando foram aplicados os procedimentos de higiene (Ilustração 3).

Nesta pesquisa não foi analisada a presença de *Samonella*, conforme está prescrito na legislação vigente. A opção pela não realização da análise deveu-se à investigação na literatura, não sendo observado nenhuma ocorrência deste patógeno em leite caprino (QUEIROGA, 1995; CARVALHO, 1998; SILVA *et al.*, 1999; FRANCO, 2000; SILVA, 2001). Por sua vez, foi realizada a pesquisa de *Listeria monocytogenes*. Segundo Muratori (2003), a listeriose, doença causada pela bactéria *Listeria monocytogenes*, a qual, apresenta-se amplamente distribuída no meio ambiente, com notável capacidade de sobrevivência em condições adversas e elevada patogenicidade, representando relevante patógeno para a saúde

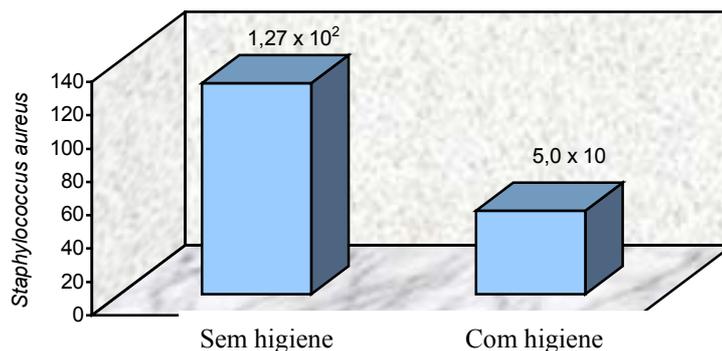


Ilustração 2 - Incidência de *Staphylococcus aureus* (UFC/mL) nas amostras de leite de cabras Saanen em função das condições de ordenha

pública. O autor ressalta que, devido à escassez de trabalhos científicos, no Brasil, sobre esta bactéria, torna-se necessário à realização de pesquisas para se detectar a sua ocorrência e, a partir daí, estabelecer medidas eficazes de controle e prevenção da listeriose. Alimentos têm sido incriminados em surtos, dentre eles alimentos lácteos, observando-se considerável incidência, tanto no leite *in natura*, quanto no pasteurizado, como também em queijos.

Catão e Ceballos (2001), investigando a qualidade microbiológica do leite *in natura* e na linha de produção de uma usina de beneficiamento em Campina Grande (PB), verificaram a presença de *Listeria* em 73,3% das amostras do leite cru, 30% das amostras do leite pasteurizado, sendo identificadas *L. monocytogenes* em 51% das amostras. As autoras observaram relação direta entre altos índices de coliformes e a presença de *Listeria*. Silva *et al.* (2003), analisando amostras de queijo Minas Frescal, detectaram a ocorrência do gênero *Listeria* em 50% das amostras do leite cru, 33,3% em amostras coalhadas, 16,7% em amostras de leite pasteurizado e 16,6% em amostras de queijo. A espécie *Listeria monocytogenes* foi identificada em 16,7% das amostras de leite cru. Zundel *et al.* (2000), analisando amostras de leite caprino, detectaram a incidência de 8,1% de amostras positivas para *Listeria monocytogenes*, concluindo ocorrer uma possível contaminação durante o beneficiamento do leite.

Na presente pesquisa não foi registrada a presença de *Listeria monocytogenes* em nenhuma das amostras analisadas. Entretanto, dada sua característica de ubiquidade, patogenicidade e incidência em produtos lácteos, verifica-se a importância da inclusão da pesquisa de *Listeria monocytogenes*, na legislação específica para o leite caprino, objetivando-se mapear sua ocorrência neste produto alimentício, de grande consumo por crianças e lactentes.

Os baixos níveis de contaminação predominantemente observados, mesmo quando não aplicado nenhum procedimento de higiene ordenha, pode ser devido ao manejo do rebanho ter sido o suficientemente eficiente para minimizar os níveis de contaminação, quer seja do ambiente, manipuladores e do próprio leite. Deve-se ressaltar que, por ser tratar de uma estação experimental, cujas condições muitas vezes, não refletem a atividade produtiva dos criadores, à qual, não são aplicados os devidos cuidados zootécnicos e veterinários. Os resultados obtidos corroboram a hipótese de que a utilização de boas práticas higiênico-sanitárias é fundamental na obtenção de produtos de qualidade.

4 Conclusões

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- A condição da higiene na ordenha exerceu influência sobre os parâmetros Coliformes Totais e *Staphylococcus aureus*, na fase final da lactação, obtendo-se menores contagens nas amostras de leite que receberam procedimentos adequados de higiene.
- As amostras analisadas apresentaram-se de acordo com os padrões microbiológicos para o leite caprino, evidenciando-se uma qualidade sanitária satisfatória.

- Para a obtenção de leite de cabra com qualidade aceitável, a utilização de práticas adequadas ao rebanho minimiza a possibilidade de contaminação do produto, apresentando-se com eficácia e aplicabilidade pelos produtores.

5 Referências bibliográficas

AOAC . Official Methods of Analysis of AOAC International, vol 1, p. 3-120, 1998.

AOAC . Official Methods of Analysis of AOAC International, 2002.

BARBOSA, M.; MIRANDA, R. Physico-chemical and microbiological characteristics of goat milk in Portugal. *Bulletin International Dairy Federation*, n. 202, p. 84-89, 1986.

BELTRÃO FILHO, E. M. *Estudo da vida útil do leite de cabra pasteurizado e acondicionado em três diferentes tipos de embalagens*. João Pessoa, 1999. 85 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, 1999.

BENEDET, H. D.; CARVALHO, M. W. Caracterização do leite de cabra no Estado de Santa Catarina, Brasil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 16, n. 2, p. 116-119, 1996.

BENTO, A. H. L.; FRANCO, R. M.; OLIVEIRA, L. A. T. de. Método artesanal para tratamento térmico do leite produzido pela espécie caprina. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 6, p. 159-162, 1985.

BOYAZOGLU, J.; MORAND-FEJR, P. Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality: A critical review. *Small Ruminant Research*, v. 40, p. 1-11, 2001.

BRASIL. *Instrução Normativa n°37 – Regulamento Técnico de Produção, identidade e qualidade do leite de cabra*. Diário Oficial da União de 8 de novembro de 2000. Disponível no site [www. Agricultura.gov.Br/das/dipoa/legislacoespecifica_leited.htm](http://www.Agricultura.gov.Br/das/dipoa/legislacoespecifica_leited.htm). Acesso em 22 de janeiro de 2002.

CARVALHO, M. G. X. *Características físico-químicas, biológicas e microbiológicas do leite de cabra processado em micro-usinas da região da Grande São Paulo – SP*. São Paulo, 1998. 103 p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária e Zootecnia). Universidade de São Paulo, 1998.

CATÃO, R. M. R.; CEBALLOS, B. S O. *Listeria spp.*, Coliformes Totais e Fecais *E. coli* no leite cru e pasteurizado de uma indústria de laticínios, no Estado da Paraíba (Brasil). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 21, n. 3, p. 1-15, 2001.

CUNYNGHAME, A. Influence des réglementations sanitaires Européennes relatives au lait et aux produits laitiers la fromagerie traditionnelle: css de l'Angleterre. In: International Conference on Goats, 1, Tours/France, *Proceedings...*Tours/France, p. 975-976. 2000.

DAVID, V. HEUCHEL, V. ARDOIN, F. BOIGNE, B. MATHIEU, B. La surveillance des risques sanitaires en exploitation fromagère fermière. In: International Conference on Goats, 1, Tours/France, *Proceedings....*Tours/France, p. 590-593. 2000

DELGADO-PERTINEZ, M. *et al.*, Effect of hygiene-sanitary management on goat milk quality in semi-intensive systems in Spain. *Small Ruminant Research*, v. 47, n. 1, p. 51-61, 2003.

EGITO, A. S. Utilização racional do leite de cabra e seus derivados. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 28, 1989, João Pessoa. *Curso de Atualização em Caprinocultura e Ovinocultura*. João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1991. 145 p.

EGITO, A. S., PINHEIRO, R. R., FIGUEIRÊDO. Avaliação da Pasteurização lenta do leite de cabra no controle de coliformes totais. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Sobral: Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos, EMBRAPA/CNPC, 1989. (Boletim de Pesquisa, 12)

ESPIE, W.E., MULLAN, W. M. A. Microbiological aspects of the quality of goat milk in Northern Ireland. *Milchwissenschaft*, Munich, v. 42, n. 12, p.762-764, 1987.

FALAGAN, A. Influence des réglementations sanitaires Européennes relatives au lait et aux produits laitiers la fromagerie traditionnelle: css de la region de Murcia (sud-est de l'Espagne). In: International Conference on Goats, 1, Tours/France, *Proceedings...* Tours/France, p. 980. 2000.

FARIA, V. M. C. de O. *Estudo do rendimento e composição do leite de cabra na região Nordeste: raça Saanen*. Campinas, 1987. 95 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, 1987.

FERREIRA, M. C. C. *Características físicas, químicas e microbiológicas do leite de cabras puras do Curimataú paraibano*. João Pessoa, 1996, 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, 1996.

FRANCO, R. M. Avaliação da qualidade higiênico-sanitária de leites e derivados. *Revista Higiene Alimentar*, v. 14, n. 68/69, 2000.

GOMES, M. I. F. V.; BONASSI, I. A.; ROÇA, R. O. Características químicas, microbiológicas e sensoriais de leite de cabra congelado. *Revista Ciência e Tecnol. de Alimentos*, v. 17, n. 2, p. 111-114, 1997.

GUIMARÃES, M. P. S. L. M. P.; CORDEIRO, P. R. C. Dimensionamento do mercado de produtos lácteos no Brasil, In: Simpósio Internacional de Caprinos de Corte, 2, João Pessoa/PB, *Anais...* João Pessoa/PB, p. 95-101, 2003.

MONTEL, M. C.; BEUVIER, E.; HAUWUY, A. Pratiques d'élevage, microflore du lait et qualités des produits laitiers. *INRA Prod. Anim.*, v. 16, n. 4. p. 279-282, 2003.

MORGAN, F.; *et al.* Characteristics of goat milk collected from small and medium enterprises in Greece, Portugal and France. *Small Ruminant Research*, v. 47, p. 39-49, 2003.

MURATORI, M. C. S. Epidemiologia das doenças transmitidas por alimentos (DTA) Congresso Pernambucano de Medicina Veterinária – Seminário Nordeste de Caprino-ovicultura, 5, Recife/Brasil. *Anais... Recife/ Brasil*, p. 51-63, 2003.

OLIVEIRA, L. A. T., FRANCO, R. M., CARVALHO, J. C. A. P., *et al.* Contagem de bactérias aeróbias mesófilas, psicrofílicas viáveis e enumeração de coliformes totais e fecais em leite “in natura” de cabra da raça Parda Alemã produzida em Maricá- RJ. *Revista de Microbiologia*, São Paulo, n. 14, p. 285, 1982.

PENNA, C. F. A. M.; *et al.* Qualité microbiologique du lait de chèvre produit a Florestal (Minas Gerais-Brésil). In: International Conference on Goats, 1, Tours/France, *Proceedings...Tours/France*, p. 597. 2000

PIMENTEL-GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 11 ed. rev.amp. São Paulo: Nobel, 1985. 466 p.

QUEIROGA, R. C. R. E. *Características físicas, químicas e condições higiênico-sanitárias do leite de cabras mestiças no Brejo paraibano*. João Pessoa, 1995. 84 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, 1995.

SAS INSTITUTE. *User's guide: statistics*. Versão 6.12. Cary, USA: North Carolina State University, 1996. 956 p.

SILVA, E. F.; LIMA, V. L. A. G.; SALGUEIRO, A. A. Avaliação microbiológica do leite de cabra pasteurizado e comercializado na Cidade de Recife – PE. *Higiene Alimentar*, v. 12, n. 66/67, p. 71 –76, 1999.

SILVA, A. M. C. *Efeitos de processamento de pasteurização aplicados em leite de cabra no estado de Pernambuco*. 2001. Dissertação (Mestrado em Nutrição). Universidade Federal de Pernambuco, Recife/PE. 2001. 117p.

SILVA, I. M. M. ; ALMEIDA, R. C. C.; ALVES, M. A O.; ALMEIDA, P. F. Occurrence of *Listeria* spp. In critical control points and the environment of Minas Frescal Cheese processing. *International Journal of Food Microbiology*, v. 81, p. 241-248, 2003.

SIMPLÍCIO, A. A.; WANDER, A. Organização e Gestão da Unidade Produtiva na caprino-ovicultura. Congresso Pernambucano de Medicina Veterinária – Seminário Nordeste de Caprino-ovicultura, 5, Recife/Brasil. *Anais... Recife/ Brasil*, p. 177-187, 2003.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. *Principles and procedures of statistics*. New York: McGraw-Hill, 1960. 481 p.

TEIXEIRA NETO, R. O., VAN DENDER, A. G. F., GARCIA, E. E. C. *et al.* Pausterização do leite de cabra por processo simplificado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 14, n. 2, p. 202-218, jul./dez., 1994.

ZUNDEL, E. *et al.* Relations entre contamination de l'environnement d'élevage et du lait par *Listeria monocytogènes*. In: International Conference on Goats, 1, Tours/France, *Proceedings...Tours/France*, p. 587-589. 2000.

Capítulo IV

***Características sensoriais do leite de cabras Saanen sob
influência de manejo do rebanho, higiene da ordenha e
fase de lactação***

1 Introdução

A população de caprinos está distribuída principalmente nas regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, o maior efetivo localiza-se na região Nordeste, com maiores contingentes nas áreas semi-áridas, os quais exercem um papel relevante como fonte de proteína, consistindo um importante fator de desenvolvimento, principalmente junto aos pequenos produtores. Entretanto, a indústria de laticínios de produtos caprinos no Brasil ainda enfrenta problemas, devido a vários fatores; dentre eles: pequeno plantel de caprinos voltados para a produção leiteira, falta de conhecimento dos produtos de leite caprino e costume alimentar restritivo por grande maioria da população brasileira. Segundo Jaubert (1997), a qualidade do leite caprino pode ser definida como um potencial resultante de tratamentos tecnológicos, no qual seu consumo responde às expectativas em termos da saúde (valor nutricional), da qualidade (higiene) e da satisfação (atributos sensoriais).

De acordo com hábitos de ingestão, o leite de cabra possui aroma e sabor considerados agradáveis ou desagradáveis ao paladar humano. Contudo, as características sensoriais muitas vezes indesejáveis, apresentam-se como fatores de rejeição. Apesar das causas do sabor do leite caprino não serem ainda bem conhecidas, alguns estudos têm sido realizados relacionando-as a fatores genéticos associados à sua composição química e formas de manuseio do produto, com a conseqüente produção do sabor característico. De acordo com

Classen e Lawless (1992), a aceitação dos produtos leiteiros pelos consumidores é determinada por suas características sensoriais e pelo seu valor nutritivo.

As características do sabor do leite de cabra podem ser atribuídas à presença de lipídios, particularmente sob a forma de ácidos graxos de cadeia curta, principalmente caprílico, capróico e cáprico, quase três vezes maiores que no leite de vaca, tornando-os química e fisiologicamente distintos. Alguns autores observaram que este leite apresenta uma maior concentração de glóbulos de gordura de menor tamanho, enquanto glóbulos maiores são encontrados no leite de vaca em maior concentração, podendo isto explicar uma das causas de sua maior digestibilidade, provavelmente em função da atuação das lipases nas gorduras com maior rapidez, devido a uma maior área de exposição e fragilidade de membrana, associando-se ao desenvolvimento de ácidos graxos voláteis (CHANDAN *et al.*, 1992; ATTAIE e RICHTER, 2000, HAENLEIN, 2003).

Os principais compostos responsáveis pelo sabor característico do leite caprino estão relacionados com os lipídios e com o metabolismo lipolítico, estando os percentuais dos ácidos graxos hexanóico, octanóico e decanóico diretamente implicados. A presença dos ácidos graxos ramificados 4-metiloctanóico (ácido hircinóico) e 4-etiloctanóico representa importante potencial aromático, devido à significativa volatilidade, que pode ser evidenciado no leite caprino e em queijos maturados, verificando-se baixa quantidade destes compostos no leite bovino. Ressalta-se, ainda, que a estocagem do leite está relacionada com o desenvolvimento do sabor acentuado, devido à ação das lipases microbianas presentes no leite (DELACROIX-BUCHET *et al.*, 2000).

Jaubert *et al.* (1997), estudando características químicas e sensoriais do leite caprino de quarenta rebanhos de Saanen, na França, concluíram que a intensidade do sabor varia significativamente devido ao estágio de lactação, maior conteúdo de gordura, contagem de células somáticas e elevados teores de ácidos graxos livres. Gulati *et al.* (1997), Mir *et al.*

(1999) e Sanz Sampelayo *et al.* (2002), analisando amostras de leite de cabras alimentadas com diferentes fontes e concentrações de lipídios, verificaram influência significativa na composição de ácidos graxos dos leites estudados. Segundo os autores, mudanças no manejo alimentar pode produzir a agregação de valor nutritivo ao leite de cabra, com a obtenção de um perfil lipídico mais favorável.

Arbiza (1986) e Haenlein (1988), confirmam que o manuseio do leite posterior à ordenha apresenta-se de grande importância na intensidade do sabor, pela suscetibilidade do leite para absorver odores estranhos, oriundos do ambiente e do próprio alimento ingerido pelo animal, os quais, por sua vez também interferem na composição química dos nutrientes. Segundo Smith *et al.* (1984), outro fator que influi no sabor do leite caprino está relacionado com a presença do macho, apresentando-se como produtor de odores desagradáveis. Segundo estes autores, os odores almiscarados dominantes no macho são provenientes da secreção de pequenas glândulas sebáceas, localizadas adjacentes à pele, na base dos chifres, as quais se hipertrofiam durante o período de acasalamento.

A qualidade do leite e de seus produtos está diretamente relacionada com as condições higiênico-sanitárias de obtenção, nas quais, as características microbiológicas apresentam-se como decisivas. Estas condições podem interferir nas características sensoriais, com produção de sabores e aromas desejáveis ou não, além de veicular patógenos, enfatizando-se a necessidade de mais pesquisas nesta área, visando-se a orientar autoridades sanitárias e produtores sobre as práticas adequadas de produção e beneficiamento, com conseqüente efeito no perfil sensorial e aceitabilidade deste produto (CARVALHO, 1998; GOMES *et al.*, 1997; BOYAZOGLU e MORAND-FEHR, 2001; MONTEL *et al.*, 2003).

Diante das perspectivas da caprinocultura leiteira e da carência de informações sobre o perfil sensorial do leite caprino produzido na região Nordeste, o presente estudo visou avaliar as características sensoriais do leite de cabras Saanen criadas sob diferentes manejos

do rebanho e verificar a influência das condições higiênicas da ordenha sobre os atributos sensoriais deste leite.

2 Material e métodos

Os animais utilizados no presente trabalho foram mantidos em regime de confinamento e receberam ração completa com 50% de volumoso e 50 % de concentrado (capim *Tifton*) Setor de Caprinocultura do Departamento de Agropecuária, da Universidade Federal da Paraíba, Campus de Bananeiras (PB). Foram alimentados com feno de capim *Tifton* e ração balanceada (16% de proteína), oferta de sal mineral e água *ad libitum*.

Segundo os critérios de data e número de partições, foram selecionadas 20 cabras da raça Saanen elegendo-se as de 2^a e 3^a crias com a mesma época de partição. As análises sensoriais dos leites dos animais foram realizadas em três fases da lactação, com coletas realizadas aos 35, 85 e 135 dias, correspondendo às fases inicial, intermediária e final do período de lactação, respectivamente.

Dois grupos experimentais com 10 animais foram constituídos, os quais foram submetidos a diferentes manejos do rebanho. O primeiro grupo de cabras foi mantido sem a presença do reprodutor (sem macho) e o segundo com a presença do reprodutor (com macho), realizando-se coletas de amostras nas fases da lactação. Para análise do fator higiene da ordenha, subdividiu-se cada grupo dos 10 animais em dois subgrupos de 5 animais. Ao primeiro, não foi aplicado nenhum procedimento de higiene na ordenha (sem higiene), enquanto o segundo grupo de animais (com higiene) recebeu os seguintes cuidados higiênicos: a) lavagem das tetas com água corrente e posterior secagem com tecido de

algodão; b) eliminação dos primeiros jatos de leite; c) desinfecção das tetas com solução glicerinoidada (EGITO, 1991).

Em todas as coletas, os utensílios foram previamente lavados com água e sabão neutro e secos à temperatura ambiente. O leite ordenhado dos grupos foi homogeneizado com bastão de vidro e pesado, sendo retiradas amostras de 1000 mL para as análises sensoriais, que foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos do Departamento de Tecnologia Rural da mesma Instituição.

As amostras de leite foram submetidas ao processo de pasteurização lenta (65°C/30minutos), conforme está descrito no regulamento técnico para o leite de cabra (BRASIL, 2000). Foram resfriadas e servidas (50 mL) à temperatura de 7°C, codificadas com 3 dígitos, de acordo com o que foi sugerido por Ferreira *et al.* (2000). Entre as amostras foi servido o biscoito cream-cracker para limpar o palato e água filtrada para lavar a boca.

Foram recrutados 30 candidatos a provadores, entre alunos, funcionários e professores da Instituição, para participarem dos Testes Afetivos, para avaliar a aceitação, utilizando-se escalas hedônicas para os atributos odor e sabor do leite, estruturadas com 9 pontos, de desgostei muitíssimo a gostei muitíssimo (Apêndice 11).

Para a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), seguindo-se metodologia simplificada sugerida por Faria e Yotsuyanagi (2002), foi utilizada escala de intensidade de 9 pontos, variando de extremamente fraco a extremamente forte (Apêndice 12). Nestas análises foram selecionados 15 provadores, os quais foram testados quanto à afinidade do produto, disponibilidade de tempo, interesse em participar dos testes e outros parâmetros ligados à saúde e hábitos, mediante de questionário (MEILGAARD *et al.*, 1987).

Para a seleção e treinamento dos provadores, aplicou-se o teste de identificação dos 4 sabores básicos (Apêndice 9), oferecendo-se soluções de sacarose (2%); ácido cítrico (0,07%); cloreto de sódio (0,2%) e ácido tânico (0,07%) e posteriormente o teste Triangular

com leite caprino e bovino (FARIA e YOTSUYANAGI, 2002). Após essa etapa, foram desenvolvidos os termos descritivos relacionados com o produto. Cada julgador do teste de ADQ recebeu duas repetições de cada amostra, em todas as fases de lactação, perfazendo um total de 24 amostras. As avaliações deste teste foram feitas individualmente, utilizando-se o questionário elaborado anteriormente (Apêndice 10) e o glossário (Tabela 11) pela equipe treinada.

Os resultados dos parâmetros sensoriais obtidos nos testes Afetivo e de ADQ, foram submetidos à análise de variância para um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 2 x 2 x 3, ou seja, manejo com e sem reprodutor; ordenha com e sem higiene e as fases da lactação. Estes parâmetros também foram submetidos à análise de correlação de Pearson, cuja significância dos coeficientes (r) foi determinada pelo teste t de Student a 5% e 1% de probabilidade. A comparação entre médias de tratamentos foi efetivada pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade (STEEL & TORRIE, 1960; PIMENTEL-GOMES, 1985). Nas análises estatísticas, foi utilizado o programa *Statistical Analysis System (SAS)*, descrito pelo SAS INSTITUTE (1996).

Tabela 11 - Atributos sensoriais do leite caprino

Atributo	Definição
Odor característico	Odor característico do leite caprino, percebido pelo órgão olfativo quando as substâncias voláteis são aspiradas
Odor estranho	Odor não característico do leite caprino. Odor hircino. Odor rançoso
Sabor característico	Sensação complexa composta de sensações olfativas, gustativas e táteis percebidas durante a degustação do leite cabra. Sabor característico do leite caprino
Sabor estranho	Sabor não característico do leite caprino. Sabor hircino. Sabor rançoso

3 Resultados e discussão

Os valores médios dos resultados obtidos dos testes afetivos estão apresentados na Tabela 12. Foi observado que os fatores manejo do rebanho e higiene da ordenha não exerceram influência nas pontuações recebidas ($P>0,05$), enquanto se verifica que, nas fases de lactação, o atributo odor diferiu ($P<0,05$) na última fase, apresentando um maior valor na fase intermediária da lactação.

O sabor é uma resposta que integra aos estímulos gustativos e olfativos. Já o odor é dado pela percepção de compostos voláteis pelos receptores olfativos, é uma sensação complexa, pois o olfato pode discriminar vários compostos. Apesar dos resultados do atributo odor apresentar correlação ($P<0,01$) com o sabor ($r=0,202$), não foi suficiente para provocar uma diferença entre as médias de aceitação do produto.

Tabela 12 - Valores médios e desvios-padrões dos atributos odor e sabor do leite de cabras Saanen sob diferentes manejos do rebanho, condições de ordenha e fases de lactação

Fatores	Atributos	
	Odor	Sabor
Manejo		
▪ Sem macho	6,13 ± 1,55 ^a	5,15 ± 2,11 ^a
▪ Com macho	6,38 ± 1,56 ^a	5,61 ± 2,12 ^a
Higiene		
▪ Sem higiene	6,25 ± 1,56 ^a	5,23 ± 2,01 ^a
▪ Com higiene	6,36 ± 1,27 ^a	5,54 ± 2,16 ^a
Fase de lactação (dias)		
▪ 35	6,33 ± 1,49 ^{ab}	5,35 ± 1,97 ^a
▪ 85	6,48 ± 1,71 ^a	5,51 ± 2,19 ^a
▪ 135	5,96 ± 1,42 ^b	5,29 ± 2,13 ^a

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem, significativamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com os resultados da Tabela 12, observa-se que as maiores pontuações, para o atributo odor foram registradas na fase intermediária da lactação. Este comportamento reflete, provavelmente, a afinidade com o hábito de consumo de leite caprino pelos provadores, visto que neste período, conforme o descrito no Capítulo II, foram determinadas as maiores concentrações de ácidos graxos de cadeia curta, característicos deste leite. O odor caprino mais acentuado pode ter influenciado na maior aceitação, em virtude da preferência do painel.

Na Tabela 13, estão apresentados os valores médios da análise da ADQ, tendo em vista os parâmetros manejo do rebanho e fase da lactação. Verifica-se que para os atributos avaliados, os valores médios do atributo sabor característico apresentaram diferenças ($P < 0,05$) entre os fatores manejo do rebanho e fase da lactação, obtendo-se os maiores valores nas amostras da fase intermediária da lactação e com a presença do macho.

Tabela 13 - Valores médios e desvios-padrões dos atributos sensoriais do leite de cabras Saanen submetidas ao efeito do manejo do rebanho e fase de lactação

Variável	Fase de lactação (dias)	Manejo	
		Sem macho	Com macho
Odor característico	35	4,42 ± 1,74 ^{b A}	4,61 ± 1,73 ^{b A}
	85	4,87 ± 1,72 ^{a B}	5,48 ± 1,84 ^{a A}
	135	4,00 ± 1,73 ^{b B}	5,22 ± 1,62 ^{a A}
Odor estranho	35	4,40 ± 1,49 ^{a A}	4,40 ± 1,65 ^{a A}
	85	4,57 ± 1,59 ^{a A}	4,02 ± 1,85 ^{a A}
	135	4,73 ± 1,74 ^{a A}	4,50 ± 1,38 ^{a A}
Sabor característico	35	5,23 ± 1,86 ^{b A}	5,32 ± 1,87 ^{a A}
	85	6,45 ± 1,57 ^{a A}	6,15 ± 1,63 ^{a A}
	135	5,57 ± 1,88 ^{b B}	6,37 ± 1,67 ^{a A}
Sabor estranho	35	4,73 ± 1,86 ^{a A}	3,98 ± 1,70 ^{b B}
	85	4,37 ± 1,84 ^{a A}	4,40 ± 1,40 ^{ab A}
	135	4,52 ± 1,82 ^{a A}	4,93 ± 1,62 ^{a A}

Médias seguidas da mesma letra maiúsculas, nas colunas, e minúsculas nas linhas, não diferem, significativamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto ao odor característico, observa-se que os valores diferiram ($P < 0,05$) entre as fases da lactação. No fator manejo do rebanho, o efeito da presença do macho influenciou nas fases intermediária e final da lactação, obtendo-se as maiores notas, possivelmente, explicadas pela transferência de compostos voláteis, característicos do macho. No entanto, estes fatores não exerceram efeito no odor estranho (Ilustração 5).

Já na análise do sabor característico, verifica-se que os fatores influenciaram ($P < 0,05$) nos valores atribuídos, evidenciando-se diferenças entre os grupos na fase final da lactação. No sabor estranho, detectaram-se diferenças entre as fases da lactação, apenas em amostras do grupo experimental com a presença do macho.

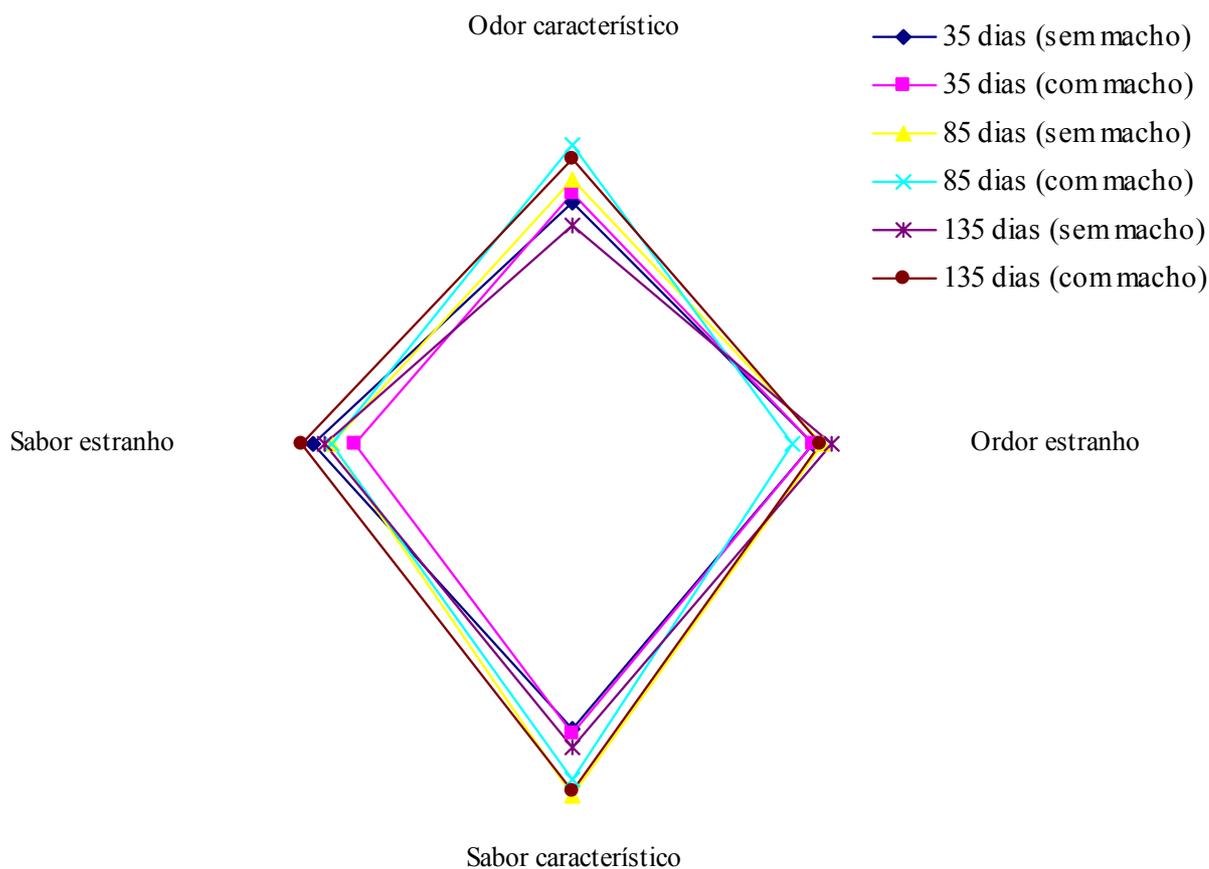


Ilustração 3 - Configuração da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) do leite de cabras da raça Saanen em função do manejo do rebanho, higiene da ordenha e fase da lactação

Segundo Jaubert *et al.* (1997), o teor de lipídios representa o componente de importância na intensidade do sabor do leite caprino, observando-se variações ao longo da lactação, com maiores notas na fase final, correspondendo à menor produção de gordura e maior concentração de ácidos graxos livres. Contudo, estes autores não verificaram efeito da lactação no atributo odor do leite. Nos resultados obtidos nas análises de ADQ, o fator higiene da ordenha (Tabela 14), não revelou diferenças entre os grupos em nenhuma fase da lactação, comprovando-se, que talvez não tenham ocorrido processos lipolíticos. Este comportamento apresenta-se concordante com os baixos níveis de contagens microbiológicas detectadas (Capítulo III).

Segundo Delacroix-Buchet *et al.* (2000), foram observadas alterações por lipólise microbiana em amostras de leite caprino armazenadas sob refrigeração por 42 horas, indicando-se que o tempo de estocagem é determinante nas modificações das características sensoriais deste produto.

Tabela 14 - Valores médios e desvios-padrões dos atributos sensoriais do leite de cabras Saanen submetidas a diferentes condições de ordenha

Variável	Condição da ordenha	
	Sem higiene	Com higiene
Odor característico	4,77 ± 1,70 ^a	4,76 ± 1,45 ^a
Odor estranho	4,44 ± 1,09 ^a	4,43 ± 1,56 ^a
Sabor característico	5,89 ± 1,00 ^a	5,80 ± 1,11 ^a
Sabor estranho	4,50 ± 1,23 ^a	4,78 ± 1,05 ^a

Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem, significativamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na tabela 15, estão apresentados os resultados referentes aos coeficientes de correlação entre os atributos avaliados nas análises de ADQ, podendo-se observar correlações positivas ($P < 0,01$) entre os atributos odor característico e sabor característico, e, entre o odor estranho e o sabor estranho.

Tabela 15 - Matriz dos coeficientes de correlação de Pearson entre os atributos sensoriais de amostras de leite de cabras Saanen (N = 360)

Atributos	Odor estranho	Sabor característico	Sabor estranho
Odor característico	-0,129 *	+0,240 **	-0,015
Odor estranho		+0,058	+0,321 **
Sabor característico			+0,085

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t de Student

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t de Student

Os processos metabólicos relacionados com a fermentação ruminal e suas diversas especificidades, oriundas do balanço energético x necessidades do animal, talvez expliquem as variações verificadas no perfil lipídico (Capítulo II), com a consequência direta nas respostas sensoriais registradas, estando de acordo com o observado por Coulon e Priolo (2002).

4 Conclusões

De acordo com as características sensoriais avaliadas nas condições experimentais, pode-se concluir que:

- A higiene da ordenha não influenciou no perfil sensorial do leite caprino, evidenciando-se que os processos lipolíticos foram minimizados pela utilização de práticas adequadas antes e depois da ordenha.
- Os atributos sensoriais odor e sabor característico do leite de cabra foram ressaltados pela presença do reprodutor com as fêmeas, indicando a possível transferência de compostos voláteis característicos do odor hircino do macho.

- As fases de lactação apresentaram variações nos atributos sensoriais odor característico, sabor característico e estranho, estando diretamente relacionada com a composição lipídica do leite.
- Os testes de aceitação para os atributos odor e sabor não revelaram influência dos fatores manejo do rebanho e higiene da ordenha.

5 Referências bibliográficas

ARBIZA, A. S. I. *Producción de Caprinos*, México: AGT Editor, 1986. 695 p.

ATTAIE, R.; RICHTER, R. L. Fat globules in casein micelle reduced goat milk. In: International Conference on Goats, 1, Tours/France, *Proceedings...Tours/France*, p. 576-579, 2000.

BOYAZOGLU, J.; MORAND-FEJR, P. Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality: A critical review. *Small Ruminant Research*, v. 40, p. 1-11, 2001.

BRASIL. *Instrução Normativa n° 37 – Regulamento Técnico de Produção, identidade e qualidade do leite de cabra. Diário Oficial da União de 8 de novembro de 2000*. Disponível no site [www. Agricultura.gov.Br\das\dipoa\legislacaoespecifica_leited.htm](http://www.Agricultura.gov.Br/das/dipoa/legislacaoespecifica_leited.htm). Acesso em 22 de janeiro de 2002.

CARVALHO, M. G. X. *Características físico-químicas, biológicas e microbiológicas do leite de cabra processado em micro-usinas da região da Grande São Paulo – SP*. São Paulo, 1998. 103 p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária e Zootecnia). Universidade de São Paulo, 1998.

CHANDAN, R. C.; ATTAIE, R.; SAHANI, K. M. Nutritional aspects of goat milk and its products. In: International Conference in Goat's, 5, New Dehli/India, 1992. *Proceedings...* New Dehli/India, p. 1869 -1890, 1992.

CLASSEN, M.; LAWLESS, H. Comparison of descriptive terminology systems for evolution of fluid milk. *Journal of Food Science*, v. 57, n. 3, p. 596-600, 1992.

COULON, J. B.; PRIOLO, A. La qualité sensorielle des produits laitiers et de la viande dépend des fourrages consommés par les animaux. INRA. *Prod. Anim.*, v. 15, p. 333-342. 2002.

DELACROIX-BUCHET, A.; LAMBERET, G. Sensorial properties and typicity of goat dairy products. In: International Conference on Goats, 1, Tours/France, *Proceedings...* Tours/France, p. 559-563, 2000.

EGITO, A. S. Utilização racional do leite de cabra e seus derivados. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 28, 1989, João Pessoa. *Curso de Atualização em Caprinocultura e Ovinocultura*. João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1991. 145 p.

FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. *Técnicas de Análise Sensorial*. Campinas: ITAL/LAFISE, 2002. 116 p.

FERREIRA, V. L.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. L. V. et al., *Análise Sensorial- Testes Discriminativos e Afetivos*, Campinas: Sociedade Brasileira de Tecnologia de Alimentos, 2000. 127 p.

GOMES, M. I. F. V.; BONASSI, I. A.; ROÇA, R. O. Características químicas, microbiológicas e sensoriais de leite de cabra congelado. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 17, n. 2, p. 111-114, 1997.

GULATI, S. K.; BYERS, E. B.; BYERS, Y. G.; ASHES, J. R.; SCOTT, T. W. Effect of feeding different fat supplements on the fatty acid composition of goat milk. *Animal Food Science Technology*. v. 66, p. 159-164, 1997.

HAENLEIN, G. F. W. Producing quality goat on milk. *Dairy Goat Journal*, v. 66, n. 5, p. 59, 1988.

HAENLEIN, G. F. W. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, 2003. (in press).

JAUBERT, A. Biochemical characteristics and quality of goat milk. Morand-Fehr P. (ed.) *Recent advances in goat research* Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1997. 93 p. (Cahiers Options Méditerranéennes; v. 25). 6. International Conference on Goats, Beijing (China)

JAUBERT, G.; BODINI, J. O.; JAUBERT, A. Flavour of goat farm bulk milk. Morand-Fehr P. (ed.) *Recent advances in goat research* Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1997. 93 p. (Cahiers Options Méditerranéennes; v. 25). 6. International Conference on Goats, Beijing (China)

MEILGAARD, M. R. CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. *Sensory evaluation techniques*. Boca Raton: CRC, 1987, vol.1, 126 p.

MIR, Z.; GOONEWARDENE, L. A.; OKINE, E.; JAEGAR, S.; SHEER, H. D. Effect of feeding canola oil on constituents, conjugated linolenic acid (CLA) and long chain fatty acids in goats milk. *Small Ruminant Research*, v. 33, p. 137-143, 1999.

MONTEL, M. C.; BEUVIER, E.; HAUWUY, A. Pratiques d'élevage, microflore du latí et qualités des produits laitiers. *INRA Prod. Anim.*, v. 16, n. 4. p. 279-282, 2003.

PIMENTEL-GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 11 ed. rev. amp. São Paulo: Nobel, 1985. 466 p.

SANZ SAMPELAYO, M. R. S.; PÉREZ, L.; ALONSO, M. J. J.; EXTREMERA, G.; BOZA, J. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich PUFAs on the

performance lactating Granadina goats. Part II. Milk production and composition. *Small Ruminant Research*. v. 43, p. 133-139, 2002.

SAS INSTITUTE. *User's guide: statistics*. Versão 6.12. Cary, USA: North Carolina State University, 1996. 956 p.

SMITH, P. W.; PARKS, D. W.; SCHWARTZ, D. P. Characterization of male goat odors: 6 – trans nonenal. *Journal Dairy Science*, v. 67, n .4, p. 794-801, 1984.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. *Principles and procedures of statistics*. New York: McGraw-Hill, 1960. 481 p.

Capítulo V

***Compostos voláteis do leite de cabras Saanen sob os
fatores manejos do rebanho e condições de higiene da
ordenha***

1 Introdução

Os compostos aromáticos constituem-se de um amplo campo de estruturas químicas derivadas dos principais constituintes dos alimentos, sendo suas características específicas capazes de estimular os receptores dos reflexos do gosto e do odor, para produzir uma resposta sincronizada e integrada, denominada de sabor ou *flavour*. O termo sabor se refere aos compostos químicos responsáveis ao estímulo ou à própria estimulação dos receptores biológicos. Os consumidores consideram o sabor como uma das principais propriedades sensoriais, sendo decisivas na seleção, aceitação e ingestão dos alimentos (FISHER e SCOTT, 1997).

Muitas substâncias formadoras do sabor presentes ao leite fresco são, provavelmente, produzidas no metabolismo animal, dentre elas se destacam: os compostos carbonílicos, os álcoois, os ácidos graxos livres, os compostos sulfurados. Entretanto, muitos compostos voláteis podem ser transferidos das forragens ao leite via rúmen. Têm sido reportados trabalhos sobre as mudanças na fração volátil e na produção do sabor do leite causadas por processos térmicos, deterioração resultante de microrganismos, processos enzimáticos ou de natureza química, apresentando-se de grande relevância para a indústria de laticínios (GOMES e MALCATA, 1998; VALERO *et al.*, 1999; ALLOGGIO *et al.*, 2000; MORGAN *et al.*, 2000).

O leite de cabra possui características sensoriais agradáveis ou desagradáveis, estando dependente dos hábitos de consumo. O sabor caprino acentuado constitui-se como um

dos fatores de recusa. Entretanto, as substâncias responsáveis pelo sabor do leite caprino e seus prováveis precursores não são ainda bem conhecidos. Alguns estudos têm sido realizados, relacionando-as a fatores genéticos associados à sua composição química e formas de manuseio do produto, com a conseqüente produção do sabor característico (JAUBERT *et al.*, 1997; DELACROIX-BUCHET *et al.*, 2000).

A gordura do leite é um dos mais importantes nutrientes sendo responsável pela origem de vários odores. Ácidos graxos livres (maior parte formados por cadeias de C4 – C18) são liberados a partir de glicerídeos pela ação das lipases lácteas ou pelas lipases bacterianas, estas particularmente produzidas por bactérias psicotróficas (BADINGS, 1991, HUERTA-GONZALEZ e WILBEY, 2001, WOUTERS *et al.*, 2002).

Segundo Jaubert (1997), o sabor do leite de cabra está relacionado com a natureza dos constituintes químicos e fatores bioquímicos e enzimáticos. Apresenta-se, também dependente, do tratamento tecnológico aplicado, o qual resulta na degradação direta dos constituintes. Delacroix-Buchet *et al.* (2000) ressaltam que a estocagem do produto está relacionada com o desenvolvimento do sabor acentuado, devido à ação das lipases microbianas presentes ao leite, estando diretamente condicionados às condições higiênico-sanitárias de obtenção. A maior concentração de ácidos graxos de cadeia curta e média, além dos ácidos graxos ramificados 4-metiloctanóico e 4-etiloctanóico, podem, também, estar associados a componentes essenciais de hormônios sexuais, constituindo-se de importante fator na formação do sabor caprino proeminente.

Na literatura pesquisada, os compostos voláteis identificados são em geral originados da matriz leite bovino (BADINGS, 1991). Ressalta-se a escassez de pesquisas sobre os voláteis do leite de caprinos. A maior parte do leite de cabra produzido no Brasil é consumida na forma fluida pasteurizada congelada (95%), enquanto em outros países, como a França e a Espanha, a maior parte destina-se a fabricação de queijo. Nestes países, já existem

estudos sobre o perfil aromático e os fatores que influem na formação do sabor característico dos produtos elaborados. Apesar do rebanho brasileiro constituir-se numericamente representativo, a produção de leite e o consumo poderiam apresentar índices maiores. As restrições ao consumo do leite de cabra no Brasil, estão possivelmente, relacionadas com os hábitos alimentares, com o desconhecimento da sua importância nutricional e com a qualidade sensorial dos produtos ofertados.

A necessidade do conhecimento sobre as substâncias responsáveis pela formação do sabor do leite de cabra e seus possíveis fatores de interferência gerou esta pesquisa, que visou avaliar o perfil dos compostos voláteis do leite de cabra Saanen sob diferentes manejos do rebanho e higiene de ordenha, para contribuir com informações que possam auxiliar na obtenção de produtos lácteos de qualidade, e, com isso, possibilitar sua melhor aceitabilidade.

2 Material e Métodos

2.1 Material

As amostras de leite de cabra foram obtidas de 20 animais da raça Saanen, criadas em sistema de confinamento no Setor de Caprinocultura da Universidade Federal da Paraíba, de Bananeiras-PB. Os animais foram alimentados com suporte forrageiro de capim *Tifton* e ração balanceada. As amostras foram preparadas (extração dos compostos voláteis) no Laboratório de Análise de Flavor da Universidade Federal da Paraíba e analisadas na Central Analítica do Departamento de Química Fundamental da Universidade de Pernambuco.

A partir dos 20 animais selecionados, constituíram-se dois grupos experimentais com 6 animais, os quais foram submetidos a diferentes manejos do rebanho. O primeiro grupo de cabras foi mantido sem a presença do reprodutor (sem macho) e o segundo com a presença

do reprodutor (com macho), realizando-se coletas de amostras na fase intermediária da lactação - com uma média 100 dias de lactação.

Para análise do fator condição higiênico-sanitária de ordenha, subdividiu-se cada grupo dos 10 animais em dois sub-grupos de 5 animais, no primeiro, não foi aplicado nenhum procedimento de higiene na ordenha (sem higiene), enquanto que o outro grupo de animais (com higiene) recebeu os seguintes cuidados higiênicos: a) lavagem das tetas com água corrente e posterior secagem com tecido de algodão; b) eliminação dos primeiros jatos de leite; c) desinfecção das tetas com solução glicerinoiodada (EGITO, 1991).

O leite ordenhado manualmente era homogeneizado com bastão de vidro e pesado, retirando-se amostras de 500 mL para as análises, as quais eram acondicionadas em recipientes de vidro higienizados e transportadas em caixa de isopor com gelo ao laboratório.

2.2 Métodos

2.2.1 Extração e identificação de voláteis

Os compostos voláteis presentes nas amostras de leite caprino dos grupos experimentais foram extraídos pelo método de Destilação e Extração Simultânea (DES) (Likens e Nickerson, 1964).

O aparelho de Likens e Nickerson (1964) utilizado neste trabalho foi montado conforme Ilustração 6. O balão contendo a amostra, conectado ao braço A, foi aquecido por uma manta aquecedora. O balão contendo o solvente, em banho de água, foi conectado ao braço B, cuja temperatura dependia do ponto de ebulição do solvente utilizado.

Ao ser aquecido, o leite libera voláteis que percolam através do braço A, em direção ao condensador. Por outro lado, o solvente a temperatura de ebulição evapora e

percola através do braço B, também em direção ao condensador. Uma vez condensado, os voláteis da amostra e o solvente são coletados na parte inferior em forma de U do extrator.

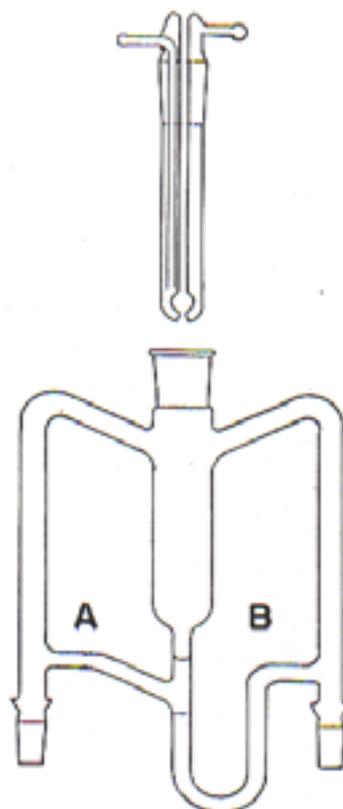


Ilustração 4 - Aparelho de Destilação e Extração Simultânea de Likens e Nickerson (1964)

A extração teve seu início computado quando se observou a temperatura desejada atingida na amostra contida no braço A, permanecendo o processo de extração por 40, 60, 80 e 120 minutos. Em seguida, resfriou-se o balão com o solvente por 10 minutos, em água gelada. Os extratos foram transferidos para um frasco com sulfato de sódio anidro (1g), e concentrados até 0,5 mL, sob arraste de gás nitrogênio. Os recipientes de vidro âmbar foram lacrados com *parafilm*, rotulados e estocados em freezer até análise cromatográfica em GC ou GC-MS.

Inicialmente, realizou-se experimento para otimização das condições analíticas da extração, com a finalidade de se determinar o volume ideal de leite a ser utilizado na extração

dos compostos voláteis, variando-se o volume de leite e de água. As extrações foram realizadas variando-se também o solvente (hexano e a mistura de pentano e éter etílico (2:1)) e o tempo de extração (40, 60, 80 e 120 minutos). Para o hexano, a temperatura foi mantida em média, a 69°C, enquanto que, para a mistura pentano-éter etílico (2:1), em média, a 38°C. O condensador foi resfriado mantido pela passagem de água gelada ($\pm 2^\circ\text{C}$) em circulação. Os extratos aromáticos do leite caprino obtidos, nas diferentes condições analíticas, foram avaliados no cromatógrafo gasoso acoplado com o detector de ionização de chama. As diferentes condições de extração testadas estão apresentadas na Tabela 16.

Tabela 16 - Condições de extração dos compostos voláteis para o leite de cabras Saanen

Experimento	Volume da amostra (mL)	Tempo de extração (min)	Temperatura de extração ($^\circ\text{C}$)	Solvente
1	200	80	100	pentano/éter
2	200	40	55	pentano/éter
3	200	120	100	pentano/éter
4	200	60	100	pentano/éter
5	200	60	100	hexano
6	300	60	100	hexano
7	200	120	55	pentano/éter
8	300	120	55	hexano

2.2.2 Cromatografia Gasosa de Alta Resolução

A separação dos constituintes voláteis foi realizada por cromatografia gasosa. Para escolha da melhor condição de extração, baseada no número de picos de compostos voláteis detectados, os extratos foram analisados em cromatógrafo gasoso marca HEWLETT

PACKARD, modelo HP 5890 “série II” acoplado com detector de ionização de chama (FID), utilizando-se as seguintes condições analíticas:

- Gás de arraste: Hélio;
- Volume injetado: 5 e 10 μ L;
- Pressão na cabeça da coluna: 11,5psi;
- Fluxo de gás de arraste: 1,0 mL/min.;
- Purga: 1,7 mL/min.;
- Modo de injeção: Split;
- Taxa de split: 1:50;
- Coluna: HP-INNOWax (30m de comprimento x 0,25mm de diâmetro x 0,25 μ m de espessura do filme) Marca: Hewlett Packard; Tipo: polar; Componente: polietilenoglicol “*bondble INNPhase*”.
- Programação de temperatura:



- Tempo total da corrida: 63 min.

Após a escolha da melhor condição analítica, os extratos das amostras do leite caprino foram submetidos à separação e identificação dos constituintes voláteis por cromatografia gasosa e espectrometria de massa. Utilizou-se cromatógrafo gasoso marca SHIMAZDU, modelo CG 17A, acoplado com espectrômetro de massa CGEM – QP5050A, com as seguintes condições analíticas:

- Gás de arraste: Hélio;
- Volume injetado: 1,5 μL ;
- Pressão na cabeça da coluna: 5,73 psi;
- Fluxo de gás de arraste: 1,0 mL/min.;
- Purga: 1,7 mL/min.;
- Modo de injeção: Split;
- Taxa de split: 1:20;
- Coluna: DB-5 (30m de comprimento x 0,25mm de diâmetro x 0,25 μm de espessura do filma) Marca: J & W Scientific Incorporated Tipo: apolar; Componente: 5% difenol e 95% dimetilpolisiloxane
- Programação de temperatura:

30° C(5 min) $\xrightarrow{5^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 80° C(5 min) $\xrightarrow{5^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 110°C(30 min) $\xrightarrow{5^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 220°C(10 min)

- Tempo total da corrida: 88 min.

A coluna foi conectada diretamente á fonte de íons, com temperatura da linha de transferência de 250°C, voltagem de ionização de 70 eV. O EM operou através de um sistema de impacto de elétrons, em uma faixa de variação de massa molecular de 30 a 330 u.m.a. (unidade de massa atômica), com uma taxa de *scan* de 1,0 por segundos.

2.2.3 Identificação

A identificação dos compostos dos compostos voláteis foi realizada em uma combinação com os sistemas acoplados: cromatógrafo gasoso marca SHIMAZDU, modelo CG 17A, acoplado com espectrômetro de massa CGEM – QP5050A, junto com a biblioteca do “NIST” (*National Institute of Standards & Technology, EUA*) contendo aproximadamente

um total de 150.000 espectros de referência. Uma comparação do espectro de um pico constando na amostra pela equiparação automática pelo computador com os espectros de referência existente fornece designação estrutural do composto.

Experimentos adicionais com padrões de alcanos ($C_6 - C_{28}$) sob condições analíticas idênticas foram realizadas para certificar os índices de retenção de compostos voláteis de interesse. O Índice Linear de Retenção (ILR) foi obtido do tempo de retenção dos padrões de alcanos ($C_6 - C_{28}$) autênticos, versus o número de átomos de carbonos dos respectivos padrões de alcanos, multiplicado por 100, conforme a equação descrita no Capítulo I. Para avaliação quantitativa dos compostos voláteis, foi utilizado a 1,2 diclorobenzeno como padrão interno.

3 Resultados e discussão

No estudo preliminar, avaliaram-se as condições dos diversos parâmetros durante a extração realizada. As condições dos testes experimentais encontram-se descritas na Tabela 16 e os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 17.

As variações no volume da amostra foram realizadas no sentido de se obter a maior quantidade de amostra possível, sem o comprometimento na execução do processo de extração, como perda de amostra durante o processo de aquecimento, para tanto os volumes utilizados foram de 200 e 300 mL de leite. Quanto a temperatura de extração, procedeu-se com temperaturas de 55 e 100°C, entretanto, optou-se pela temperatura mais baixa, visto que na matriz leite ocorrem vários processos químicos, dentre os quais de sobressaem a caramelização dos açúcares, pelo uso de altas temperaturas e/ou reações tipo *Maillard*.

Os extratos obtidos nas extrações do leite caprino apresentaram volume que variaram de 8,0 a 15,8 mL, com o solvente hexano, enquanto os extratos obtidos com o uso da

mistura de pentano-éter etílico (2:1) concentraram-se os volume entre 8,0 a 17,0 mL. De acordo com os resultados, ficou evidenciado que a mistura de solventes pentano/éter resultou em uma maior captura de compostos voláteis, provavelmente em função de sua baixa temperatura de ebulição e a presença de compostos de baixo peso molecular no leite, registrando-se no experimento 7 o maior número de picos cromatográficos.

Assim sendo, para as análises de compostos voláteis do leite caprino, com base nos testes preliminares de otimização das condições da extração, estabeleceram os seguintes parâmetros: volume da amostra: 200 mL; temperatura de extração 55°C; tempo de extração 120 min. e o solvente pentano/éter etílico (2:1).

Tabela 17 – Volume final de extratos aromáticos e número de picos cromatográficos obtidos nos experimentos preliminares nas análises de compostos voláteis do leite caprino

Experimento	Volume final (mL)	Número de picos
1	12,4	31
2	8,0	32
3	14,0	53
4	17,0	35
5	15,7	21
6	15,8	62
7	16,0	174
8	8,0	27

Uma vez determinada às condições analíticas de extração, procederam-se as análises das amostras do leite dos tratamentos estudados. A Tabela 18, lista os compostos voláteis, identificados no leite, com suas respectivas áreas relativas. Dentre os compostos identificados, destacam-se com maiores concentrações: hexanol, (E)-2-hexenal, hidroxibutil tolueno (BHT), 2-pentanona, tetradecanoato de isopropila, octadecanol e o tricosano.

Tabela 18 - Compostos voláteis identificados em extratos de leite de cabra Saanen, sob diferentes manejos do rebanho e higiene da ordenha, por classes e ordem de eluição, expressos em ng/100mL

Composto	IRL ^{1,2,3,4,5}	sem macho		com macho	
		sem higiene	com higiene	sem higiene	com higiene
Ácido carboxílico (14)					
Ácido pentanóico	897	0,31	Nd	Nd	Nd
Ácido heptanóico	1088	0,05	Nd	Nd	Nd
Ácido octanóico	1198	0,05	Nd	Nd	Nd
Ácido dodecanóico	1526	0,12	Nd	Nd	Nd
Ácido isopentanóico	1653	0,52	Nd	Nd	Nd
Ácido tetradecanóico	1751	Nd	Nd	Nd	0,19
Ácido pentadecanóico	1827	1,49	5,07	Nd	Nd
Ácido 9-pentadecenóico	1834	0,63	1,5	Nd	14,58
Ácido 9-hexadecenóico	1938	4,31	0,52	Nd	Nd
Ácido hexadecanóico	1957	Nd	5,13	Nd	0,39
Ácido heptadecanóico	2058	2,17	0,52	Nd	Nd
Ácido 9-octadecenóico	2143	1,40	1,30	Nd	3,14
Ácido octadecanóico	2168	1,43	Nd	Nd	Nd
Ácido 9-nonadecenóico	2241	0,75	Nd	Nd	Nd
Alcanos cíclicos (3)					
Ciclohexano	651	1,40	3,90	Nd	Nd
Ciclohexano metil	717	0,16	0,25	Nd	Nd
Ciclotetracosano	2271	0,69	0,26	Nd	3,35
Álcoois (22)					
2-metil propanol	643	0,08	0,20	Nd	Nd
Butanol	656	0,89	2,02	Nd	Nd
2-pentanol	700	17,22	29,1	14,79	7,08
Butanethiol	710	0,15	1,43	Nd	Nd
3-metil Butanol	738	Nd	0,42	Nd	Nd
Pentanol	749	Nd	Nd	Nd	0,11
2,3 butanediol	766	Nd	0,30	Nd	Nd
Hexanol	861	97,00	116	241,22	74,57
2-metil hexanol	886	0,25	Nd	Nd	Nd
1-pentanol 2-metil	906	1,26	0,93	Nd	0,77
Heptanol	931	0,29	0,07	Nd	Nd
□-benzyl álcool	1082	0,89	0,38	Nd	0,67
Tridecanol	1599	0,81	0,62	Nd	0,61
Cubenol	1647	0,05	Nd	Nd	Nd
α-cadinol	1674	0,21	Nd	Nd	Nd
1,12-dodecanediol	1753	0,54	Nd	Nd	Nd
Pentadecanol	1786	1,55	0,30	Nd	Nd
Hexadecanol	1844	5,66	Nd	Nd	3,41
Isophytol (1-hexadecen-3-ol-3,7,11,15-tetrametil)	1944	Nd	0,20	Nd	Nd
Heptadecanol	1986	2,74	1,11	Nd	1,15
Octadecanol	2089	5,56	0,85	Nd	29,86
1-docosanol	2292	0,10	0,39	Nd	1,09

Composto	IRL ^{1,2,3,4,5}	sem macho		com macho	
		sem higiene	com higiene	sem higiene	com higiene
Aldeídos (16)					
Pentanal	695	4,12	12,6	Nd	2,31
Hexanal	797	0,03	Nd	Nd	Nd
E-2-hexenal	859	12,60	32,6	Nd	Nd
Heptanal	888	0,71	0,37	Nd	Nd
Octanal	987	0,58	0,50	1,28	4,90
Nonanal	1100	0,31	0,10	Nd	Nd
Decanal	1201	0,09	Nd	Nd	Nd
Heptanal 2-(fenilmetil)	1643	0,07	Nd	Nd	Nd
Pentadecanal	1704	0,38	0,89	Nd	0,38
2-pentadecenal	1757	0,25	0,13	Nd	0,54
Hexadecanal	1813	0,87	Nd	Nd	Nd
2-hexadecenal	1879	2,75	0,52	Nd	0,53
Heptadecanal	1908	0,63	Nd	Nd	Nd
2-heptadecenal	1967	Nd	1,68	1,01	2,15
9-octadecenal	2004	5,42	2,80	Nd	1,77
Octadecanal	2031	4,19	0,59	Nd	Nd
Amida (1)					
Hexadecanamida	2173	0,76	0,72	Nd	0,24
Aromáticos (09)					
Tolueno	760	1,23	2,63	0,18	0,67
Etilbenzeno	857	0,80	1,43	2,98	Nd
<i>p</i> -xileno	866	Nd	0,46	1,79	Nd
Cumene (isopropil benzeno)	920	0,05	Nd	Nd	Nd
α -pinene	933	0,13	Nd	Nd	Nd
<i>m</i> -etil tolueno	956	0,10	Nd	Nd	Nd
<i>p</i> -etil tolueno	963	0,02	Nd	Nd	Nd
Fenol	979	0,02	Nd	Nd	Nd
BHT	1509	84,43	65,9	71,49	58,29
Cetonas (13)					
Butan-2-ona, 3-metil	675	Nd	1,30	Nd	Nd
2-pentanona	682	16,89	44,4	15,52	13,32
3-hexanona	779	Nd	0,30	Nd	Nd
2,3-hexanediona	794	0,25	0,12	Nd	Nd
2-heptanona	880	0,10	0,13	Nd	Nd
Cânfora	1141	0,10	Nd	Nd	0,11
β -ionona	1450	0,27	Nd	Nd	Nd
Tridecanoato de etila	1698	0,68	0,26	Nd	0,53
2-pentadecanona	1709	0,63	Nd	Nd	Nd
2-hexadecanona	1809	1,26	2,46	Nd	5,58
6,10,14-trimetil 2-pentadecanona	1850	Nd	4,23	Nd	Nd
Farnesol acetona	1916	1,62	Nd	Nd	6,31
2-heptadecanona	1918	Nd	0,48	Nd	Nd

Composto	IRL ^{1,2,3,4,5}	sem macho		com macho	
		sem higiene	com higiene	sem higiene	com higiene
Ésteres (40)					
Butanoato de etila	785	Nd	0,67	Nd	Nd
Acetato de butila	816	0,02	Nd	Nd	Nd
Acetato de isobutila	823	1,75	1,30	1,34	1,26
Butirato de isopropila	827	0,68	0,07	Nd	Nd
Isobutirato de isopropila	863	0,57	1,48	Nd	Nd
Hexanoato de metila	911	2,06	0,71	Nd	0,50
Hexanoato de etila	1000	0,31	Nd	Nd	Nd
Butanoato de butila	1003	0,94	Nd	Nd	Nd
Heptanoato de metila	1022	Nd	Nd	Nd	0,19
Nonoato de metila	1266	0,21	Nd	Nd	Nd
Nonoato de etila	1297	0,12	Nd	Nd	Nd
Octanoato de dietila	1593	0,45	Nd	Nd	Nd
Heptanoato de benzila	1629	0,02	Nd	Nd	Nd
10-undecenoato de butila	1663	0,05	Nd	Nd	Nd
Tetradecanoato de metila	1721	1,64	0,83	Nd	Nd
Isoamyl cinnamate	1732	0,05	Nd	Nd	Nd
Benzoato de benzila	1744	1,13	Nd	Nd	Nd
9-pentadecanoato de etila	1762	1,52	0,33	Nd	Nd
Dodecanoato de butila	1771	1,02	1,05	5,86	0,19
Tetradecanoato de isopropila	1797	0,33	1,48	70,21	0,53
Tetradecanoato de etila	1801	2,81	1,41	Nd	0,47
Tridecanoato de butila	1856	6,03	Nd	Nd	0,38
9-hexadecanoato de metila	1891	1,10	0,39	Nd	1,59
Hexadecanoato de metila	1925	10,85	8,07	4,06	16,21
Benzoato de geranyl	1949	Nd	0,58	Nd	Nd
9-hexadecanoato de etila	1953	Nd	0,58	Nd	Nd
Tetradecanoato de butila	1979	1,42	1,11	Nd	Nd
Hexadecanoato de etila	1991	Nd	0,59	Nd	Nd
9-heptadecanoato de metila	1998	2,69	0,52	Nd	Nd
Heptadecanoato de metila	2024	3,19	Nd	Nd	Nd
Pentadecanoato de butila	2079	4,19	1,43	Nd	Nd
9-octadecenoato de metila	2098	16,51	7,58	1,52	3,77
Octadecanoato de metila	2122	7,63	4,21	Nd	1,72
9,12,15-octadecatrienoato de etila	2132	8,85	0,78	Nd	Nd
9-octadecenoato de etila	2158	9,28	10,7	Nd	4,40
Hexadecanoato de butila	2181	1,91	Nd	Nd	Nd
Octadecanoato de etila	2197	4,54	1,11	Nd	1,13
Octadecanol acetato	2216	1,18	Nd	Nd	Nd
Acido Tetradecanoico, 2 fenil, 1,3 dioxan-5-yl ester (C ₂₄ H ₃₈ O ₄)	2261	10,09	9,47	Nd	Nd
Heptadecanoato de butila	2285	0,89	Nd	Nd	Nd
Éter (01)					
Dibenzil éter	1633	0,07	Nd	Nd	Nd
Fenonas (01)					
Benzofenona	1594	0,10	Nd	Nd	Nd

Composto	IRL ^{1,2,3,4,5}	sem macho		com macho	
		sem higiene	com higiene	sem higiene	com higiene
Furanos (01)					
2-metil tetrahidro furano	662	0,53	1,17	Nd	Nd
Hidrocarbonetos (15)					
3-metil hexano	666	0,79	2,39	Nd	Nd
Octano	800	0,11	0,45	Nd	Nd
2,6,7-trimetil decano	1029	Nd	Nd	Nd	0,22
Tetradecano	1397	0,15	Nd	Nd	Nd
β-fanesene	1464	0,82	Nd	Nd	Nd
γ-cadinene	1543	0,05	Nd	Nd	Nd
δ-cadinene	1552	0,24	Nd	Nd	Nd
Heptadecano	1692	0,28	0,80	Nd	0,44
2,6,10,14-tetrametil pentadecano	1719	0,27	Nd	Nd	Nd
5-octadeceno	1863	0,25	1,61	1,52	1,10
3-octadeceno	1886	2,18	0,46	Nd	0,69
Nonadecano	1898	2,97	1,04	Nd	1,25
Heneicosano	2106	4,59	0,59	Nd	0,80
Docosano	2206	3,59	0,26	Nd	1,70
Tricosano	2297	6,87	1,82	Nd	50,67
Lactonas (07)					
δ-undelactona	1572	0,16	Nd	Nd	Nd
γ-dodelactona	1657	0,05	Nd	Nd	Nd
δ-dodecalactona	1686	0,21	0,3	Nd	Nd
δ-pentadecalactona	1971	0,82	0,61	Nd	0,09
γ-hexadecalactona	2047	0,63	Nd	Nd	Nd
δ-hexadecalactona	2065	2,60	1,60	Nd	11,22
δ-heptadecalactona	2186	0,72	Nd	Nd	Nd
Outros (03)					
Etano tetracoloro	819	0,26	0,26	Nd	Nd
2-metil tiofeno	1137	0,24	Nd	Nd	Nd
Farnesol	1712	0,10	Nd	Nd	Nd
Terpenóides (01)					
α-terpineno	1016	0,02	Nd	Nd	Nd
Total de compostos		136	91	15	55

¹ Espectro de Massa (CG-MS)² Jennings e Shibamoto (1980)³ kondjoyan e Berdagué (1996)⁴ Valero *et al.* (1999)⁵ University of Reading

Os compostos voláteis identificados hexanol e E-2-hexenal estão associados com a formação do aroma de rancidez dos produtos. Enquanto que, 2-pentanona contribui com o aroma do gordura e o tetradecanoato de isopropila com o caprino (MCGUGAN, 1980).

Há várias rotas bioquímicas e químicas para formação dos compostos voláteis. Os ácidos graxos livres são resultantes de processos enzimáticos, por ação das lipases, que hidrolisam os ácidos graxos de cadeia curta. Algumas cetonas com o radical metil, como 2-butanona, 2-pentanona, 2-heptanona e 2-nonanona têm sido encontradas em leite *in natura*, estando ligados a mecanismos de oxidação lipídica. O sabor oxidado da gordura do leite é originado, primariamente, dos ácidos linoléico e linolênico, como também, de outros ácidos graxos polinsaturados. Aldeídos, também podem ser formados por processos oxidativos, envolvendo microrganismos e enzimas como a lipoxigenase (HAMMOND, 1998).

De acordo com Calvo e Hoz (1992), os compostos que contribuem com a formação do sabor do leite podem ser classificados de acordo com sua origem em: compostos originados do metabolismo animal e/ou do manejo alimentar, compostos produzidos por reações químicas, atividade enzimática e/ou flora microbiana antes do processamento, compostos gerados por tratamento térmico e compostos produzidos durante a estocagem.

Segundo Jaubert (1997), butanoato de etila e hexanoato de etila constituem-se em um dos principais compostos responsáveis pelo odor do leite caprino. Nesta pesquisa, estes compostos aparecem em baixas concentrações ou não foram determinados em alguns tratamentos, entretanto, observa-se níveis elevados de tetradecanoato de isopropila e hexadecanoato de metila, principalmente em amostras de leite do grupo de animais mantidos com a presença do macho.

Compostos sulfurados foram identificados em leite *in natura* e aquecidos, entre os quais, metil sulfito, hidrogênio sulfito, carbonil sulfito, metanetiól, dimetil sulfito e dimetil disulfito. Em leite *in natura*, a presença de dimetil sulfito. O mecanismo de formação de

compostos como n-pentanal e hexanal ainda não estão bem esclarecidos, entretanto, supõe-se, estarem associados com hidroperóxidos do ácido linoléico. Estes compostos têm sido detectados em altas concentrações, entretanto, apresentam baixos teores de carbonil sulfito e carbonil disulfito (CALVO e HOZ, 1992).

Com relação aos tratamentos empregados, manejo do rebanho e higiene da ordenha, observa-se variações entre os grupos. Na amostras de leite obtidas de animais que se mantiveram sem a presença do macho, verifica-se maior número de compostos identificados. Este comportamento pode estar relacionado com as possíveis modificações hormonais em consequência da prenhez das cabras com presença do macho. Contudo, não foi detectada tendência entre as amostras do fator higiene da ordenha. Desta forma, ressalta-se a necessidade de mais estudos sobre estes fatores, para que se possam elucidar estes comportamentos observados.

A detecção de BHT, em todas as amostras analisadas está, provavelmente, associada a utilização deste conservante (antioxidante) na ração dos animais. O BHT é um antioxidante primário com ação por impedimento estrutural, atua bloqueando a ação dos radicais livres convertendo-se em produtos estáveis por meio da doação de elétrons (ARAÚJO, 1999). A identificação deste composto nas amostras de leite caprino com considerável concentração alerta e ressalta a necessidade de mais estudos sobre sua utilização, seus mecanismos absorção e degradação, como também, a seu efeito na nutrição humana.

4 Conclusões

- Com o método de extração de Likens e Nickerson aplicado, em amostras de leite caprino, identificou-se 156 compostos voláteis.

- O perfil aromático do leite de cabra foi constituído, principalmente, pelas classes dos ésteres, álcoois, aldeídos, hidrocarbonetos, ácidos carboxílicos e cetonas.
- O manejo do rebanho apresentou maior abundância de compostos voláteis em amostras de leite de animais sem a presença do macho. Entretanto, detectou-se com representativa participação nas amostras de leite de animais mantidos com o macho, o composto tetradecanoato de isopropila, que possui característica aromática caprina. No fator higiene da ordenha, não se observou tendência nos compostos identificados.
- A identificação do composto BHT no leite caprino alerta para a necessidade de pesquisas sobre a utilização de conservantes e suas possíveis implicações na nutrição humana.

5 Referências bibliográficas

ALLOGGIO, V.; CAPONIO, F.; PASQUALONE, A.; GOMES, T. Effect of heat treatment on the rennet clotting time of goat and cow milk. *Food Chemistry*, v. 70, p. 51-55, 2000.

ARAUJO, J. M. A. *Química de alimentos – teoria e pratica*. 2ª.ed. Viçosa, 1999.

BADINGS, H. T. Milk. In: _____ *Volatile Compounds in Foods and Beverages*, Marcel Dekker. New York. 1991. Cap. 4. p. 91-105.

CALVO, M. M.; HOZ, L. Flavour of heated milks. A review. *International Dairy Journal*, v. 2, p. 69-81, 1992.

DELACROIX-BUCHET, A.; LAMBERET, G. Sensorial properties and typicity of goat dairy products. . In: International Conference on Goats, 1, Tours/France, *Proceedings...Tours/ France*, p. 559-563, 2000.

EGITO, A. S. Utilização racional do leite de cabra e seus derivados. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 28, 1989, João Pessoa. *Curso de Atualização em Caprinocultura e Ovinocultura*. João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1991. 145 p.

GOMES, A. M. P.; MALCATA, F. X. Development of probiotic cheese manufactured from goat milk: response surface analysis via technological manipulation. *Journal of Dairy Science*, v. 81, n. 6, p. 1492-1507, 1998.

FISHER, C.; SCOTT, T. R. *Flavores de los alimentos – Biología e química*. Zaragoza: Acribia, 1997, 212 p.

HAMMOND, E. G. *Flavor chemistry of lipid foods*. Blackie Academic Professional, London, 1998. 237 p.

HUERTA-GONZALEZ, L.; WILBEY, R. A. Determination of free fatty acids produced in filled-milk emulsions as a result of the lipolytic activity of lactic acid bacteria. *Food Chemistry*, v. 72, p. 301-307, 2001.

JAUBERT, A. Biochemical characteristics and quality of goat milk. Morand-Fehr P. (ed.) *Recent advances in goat research* Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1997. 93 p. (Cahiers Options Méditerranéennes; v. 25). 6. International Conference on Goats, Beijing (China)

JAUBERT, G.; BONDIN, J. P.; JAUBERT, A. Flavour of goat farm bulk milk. Morand-Fehr P. (ed.) *Recent advances in goat research* Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1997. 93 p. (Cahiers Options Méditerranéennes; v. 25). 6. International Conference on Goats, Beijing (China)

JENNINGS, W. G.; SHIBAMOYO, T. *Qualitative analysis of flavor and fragrance volatiles by glass capillary gas chromatography*. New York: Academic, 1980.

KONDJOYAN, N.; BERDAGUÉ, J. L. *A compilation of relative retentive indices for analysis of aromatic compounds*. Champanelle: Laboratoire Flaveur, 1996. 235 p.

LIKENS, S. T.; NICKERSON, G. B. Detection of certain hop oil constituents in brewing products. *Proceedings of the American Brewing Chemists*, v. 5, n. 5, p. 5-13, 1964.

MCGUGAN, W. A. *Description of flavor chemicals*. Food Research Reports – Food Research Institute, Agriculture Canada (Ottawa), v. 4, n. 1, 1980. 46 p.

MORGAN, F.; JACQUET, F.; MICAULT, S. BONNIN & JAUBERT, A. Study on the compositional factors involved in the variable sensitive of caprine milk to high-temperature processing. *International Dairy Journal*, v. 10, p. 113-117, 2000.

VALERO, E.; SANZ, J.; MARTINEZ-CASTRO, I. Volatile component in microwave-and conventionally-heated milk. *Food Chemistry*, v. 66, p. 333-338, 1999.

WOUTERS, J. T. M.; AYAD e. H. E.; HUGENHOLTZ, J.; SMIT, G. Microbes from raw milk for fermented dairy products. *International Dairy Journal*, v. 12, p. 91-109, 2002.

APÊNDICE

Apêndice 1 - Análise de variância para os parâmetros físicos, químicos e de produção do leite de cabras mestiças de Saanen

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios							
		Proteína	Gordura	Lactose	EST ¹	SNG ²	Dens	Acidez	Produção
Fase de lactação	2	0,068	0,932 *	0,337	0,978	0,489	0,952	5,250 **	234.212,0
Resíduo	9	0,032	0,144	0,096	0,274	0,514	0,766	0,194	83.805,4
CV (%)		6,46	11,16	0,67	4,60	6,44	2,76	2,89	20,33

¹ Extrato seco total

² Sólidos não gordurosos

* e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Apêndice 2 - Análise de variância para os parâmetros microbiológicos, Contagem Total de Bactérias Mesófilas, Coliformes Totais e Coliformes Fecais nas amostras de leite de cabras Saanen

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Contagem Total ⁽¹⁾	Coliformes Totais ⁽²⁾	Coliformes Fecais ⁽³⁾
Higiene = H	1	0,055	4,296	0,017
Fase de lactação = FL	2	7,286 **	36,195 **	1,515 **
H x FL	2	0,105	13,618 **	0,017
Resíduo	54	0,482	1,581	0,109
CV (%)		16,38	35,02	40,45

* e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

^{1,2,3} Dados transformados em Log (X), Log (X+1) e 1/(X + 1), respectivamente

Apêndice 3 - Análise de variância dos ácidos graxos do leite de cabras Saanen submetidas a diferentes manejos do rebanho e condições de ordenha, durante as fases de lactação

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios										
		C 4:0	C 6:0	C 7:0	C 8:0	C 9:0	C 10:0	C 11:0	C12:0	C 13:0	C 14:0	C 14:1
Manejo = M	1	0,473	1,235	0,165	0,588	1,040	4,431	3,192	16,782 *	0,004	2,258	0,039
Higiene = H	1	0,492	7,120	0,435	1,210	0,184	0,043	0,284	18,062	6,420	1,655	0,210
Fase de lactação = FL	2	69,668 **	73,162 **	1,780 *	35,257 **	4,415 **	14,191 **	14,142 **	1,142	8,622	16,499	0,068
M x H	1	0,382	0,416	0,572	0,098	0,240	0,648	2,056	5,213	0,002	2,811	0,128
M x FL	2	0,506	0,465	0,525	1,771	0,315	0,821	0,754	12,499 *	0,654	3,598	0,078
H x FL	2	0,149	1,323	0,052	0,004	0,079	2,178	0,335	1,437	0,179	0,772	0,064
M x H FL	2	0,327	4,473	0,132	5,685	0,050	4,087	0,692	1,086	0,237	9,742	0,109
Resíduo	35	1,315	2,640	0,511	2,365	0,230	3,173	1,190	3,018	0,706	6,207	0,126
CV (%)		36,79	44,55	105,65	37,71	71,52	18,96	35,21	35,21	36,77	28,78	115,71

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios										
		C 15:0	C 15:1	C 16:0	C 16:1	C 17:0	C 17:1	C 18:0	C 18:1	C18:2	C18:3	C2 0:0
Manejo = M	1	0,117	0,006	34,222	0,001	0,394	0,094	7,682	3,776	2,402	0,156	0,001
Higiene = H	1	0,019	0,018	0,689	0,095	0,001	0,263	1,235	8,294	2,205	0,036	0,001
Fase de lactação = FL	2	0,098	0,464 *	8,990	2,512 *	2,229 **	0,365 *	105,573 **	269,639	6,953	0,931	0,088
M x H	1	0,0049	0,050	0,774	0,027	0,007	0,047	19,669	8,920	0,068	0,302	0,281
M x FL	2	0,251	0,033	3,659	0,109	0,160	0,001	2,458	13,727	0,115	0,210	0,050
H x FL	2	0,081	0,230	7,354	0,088	0,031	0,009	3,649	1,945	4,692	0,072	0,034
M x H FL	2	0,022	0,191	29,537	0,364	0,056	0,023	8,422	10,654	6,996	0,015	0,122
Resíduo	35	0,206	0,083	8,334	0,197	0,094	0,080	8,590	15,251	1,177	0,081	0,59
CV (%)		47,93	128,14	334,80	73,78	62,21	111,90	23,60	19,04	56,96	99,88	182,83

* e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Apêndice 4 - Análise de variância das relações dos ácidos graxos do leite de cabras Saanen, submetidas a diferentes manejos do rebanho e condições de ordenha, durante as fases de lactação

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios							
		SAT	INS	MONO	POLI	RM/S	RP/S	RI/S	AGD
Manejo = M	1	5,864	5,904	2,195	15,301	0,001	0,002	0,001	27,057
Higiene = H	1	1,983	1,196	9,455	2,805	0,002	0,000	0,000	6,308
Fase de lactação = FL	2	435,164 **	434,839 **	360,244 **	8,341 **	0,108 **	0,001 **	0,129 **	152,075 **
M x H	1	3,927	3,960	7,849	0,659	0,002	0,000	0,001	5,978
M x FL	2	18,761	18,873	15,567	0,514	0,004	0,000	0,005	34,887
H x FL	2	9,823	9,933	1,110	5,87	0,003	0,001	0,002	9,873
M x H FL	2	3,243	3,266	7,541	1,399	0,001	0,000	0,000	20,044
Resíduo	35	20,209	20,181	17,431	0,993	0,005	0,002	0,005	45,205
CV (%)		5,92	18,65	19,07	53,97	23,91	55,09	23,48	18,41

* e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Apêndice 5 - Análise de variância para o parâmetro microbiológico *Staphylococcus aureus* das amostras de leite de cabras Saanen em função das condições da ordenha e fases da lactação

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios ⁽¹⁾
Higiene = H	1	0,255 *
Fase de lactação = FL	2	0,315 *
Resíduo	9	0,043
CV (%)		11,47

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F

¹ Dados transformados em Log (X)

Apêndice 6 - Análises de variância para os atributos sensoriais dos testes afetivos nas amostras de leite de cabras Saanen.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		Odor	Sabor
Manejo = M	1	5,877	18,677
Higiene = H	1	0,111	8,711
Fase de lactação = FL	2	8,552 *	1,508
Provador = P	29	3,924 *	9,181 *
M x H	1	1,111	3,600
M x FL	2	1,419	0,769
M x P	29	2,119	4,000
H x FL	2	0,386	1,702
H x P	29	1,735	2,027
FL x P	58	4,526	6,522
Resíduo	205	1,729	3,485
CV (%)		21,02	34,68

* e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Apêndice 7 - Matriz dos coeficientes de correlação de Pearson entre os atributos sensoriais nas amostras de leite de cabra Saanen

Atributos	Sabor
Odor	0,22 **

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t de Student

Apêndice 8 - Análise de variância para os atributos sensoriais dos testes de ADQ nas amostras de leite de cabras Saanen

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		Odor característico	Odor estranho	Sabor característico	Sabor estranho
Manejo = M	1	41,344	6,136	3,402	0,900
Higiene = H	1	0,044	0,002	0,802	0,044
Fase de lactação = FL	2	15,258 **	3,286	32,803 **	5,036
Repetição	1	0,400	0,136	3,802	0,000
Provador	28	7,500 **	4,868 **	11,698 **	4,587
M x H	1	3,211	0,225	4,669	0,900
M x FL	2	7,836 *	2,552	9,352 *	10,608 *
H x FL	2	1,602	0,552	2,419	1,302
M x H x FL	2	3,369	0,508	1,336	0,608
Resíduo	319	2,562	2,503	2,578	3,042
CV (%)		33,58	35,66	27,42	38,86

* e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Apêndice 10 - Questionário aplicado para seleção e recrutamento dos provadores

PAINEL SENSORIAL

IDENTIFICAÇÃO

DATA ___/___/___

Nome: _____

Idade _____ Atividade _____

Endereço: _____

_____ Telefone p/ contato: _____

1. O que você entende por “análise sensorial”?

2. Qual dia da semana e o turno de sua disponibilidade para participar das sessões sensoriais? _____

3. Você tem algum tipo de problema (alergia, desconforto, não gosta, etc) com alguns alimentos? Especifique quais. _____

4. Quais os seus alimentos preferidos ? _____

5. Você está fazendo alguma dieta especial? _____ Qual? _____

6. Indique marcando com um X se tem os seguintes problemas de saúde :

- () Prótese dentária
- () Problemas de percepção de cor (daltonismo, ...)
- () Diabetes
- () Colesterol
- () Hipoglicemia
- () Hipertensão

- Frequentes estados febris
- Frequentes inflamações dos sinus (sinusites)
- Frequentes inflamações da cavidade bucal
- Quadros asmáticos leves ou agudos
- Problemas respiratórios
- Problemas cardíacos

7. Você está tomando algum remédio? Qual? _____

8. Fumante? em caso afirmativo indicar quantidade. _____

Apêndice 11 – Teste de aceitação – Afetivo

Nome: _____

Produto: _____ Data _____

Você irá receber 4 amostras codificadas para provar e deverá dar sua opinião, usando a escala abaixo para descrever sua idéia a respeito do produto em análise. Tome um pouco de água antes da 1ª amostra. Após provar a 1ª amostra como um pedaço do biscoito fornecido e espere pela segunda amostra.

Odor	Amostras	Odor
9 – gostei muitíssimo	_____	_____
8 – gostei muito	_____	_____
7 – gostei moderadamente	_____	_____
6 – gostei levemente	_____	_____
5 – indiferente	_____	_____
4 – desgostei levemente	_____	_____
3 – desgostei moderadamente	_____	_____
2 – desgostei muito	_____	_____
1 – desgostei muitíssimo	_____	_____

Observações _____

Sabor	Amostras	Sabor
9 – gostei muitíssimo	_____	_____
8 – gostei muito	_____	_____
7 – gostei moderadamente	_____	_____
6 – gostei levemente	_____	_____
5 – indiferente	_____	_____
4 – desgostei levemente	_____	_____
3 – desgostei moderadamente	_____	_____
2 – desgostei muito	_____	_____
1 – desgostei muitíssimo	_____	_____

Observações _____

Muito Obrigado!

Apêndice 12 – Análise Descritiva Quantitativa Simplificada (ADQ)

Nome: _____

Produto: _____ Data _____

Você irá receber 4 amostras codificadas para provar e deverá dar sua opinião, usando a escala abaixo para descrever sua idéia a respeito do produto em análise. Tome um pouco de água antes da 1ª amostra. Após provar a 1ª amostra como um pedaço do biscoito fornecido e espere pela segunda amostra

<u>Odor característico</u>	<u>Odor estranho</u>
9 – extremamente forte	9 – extremamente forte
8 – muito forte	8 – muito forte
7 – moderadamente forte	7 – moderadamente forte
6 – levemente forte	6 – levemente forte
5 – indiferente	5 – indiferente
4 – levemente fraco	4 – levemente fraco
3 – moderadamente fraco	3 – moderadamente fraco
2 – muito fraco	2 – muito fraco
1 – extremamente fraco	1 – extremamente fraco

Amostras	Odor característico	odor estranho
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

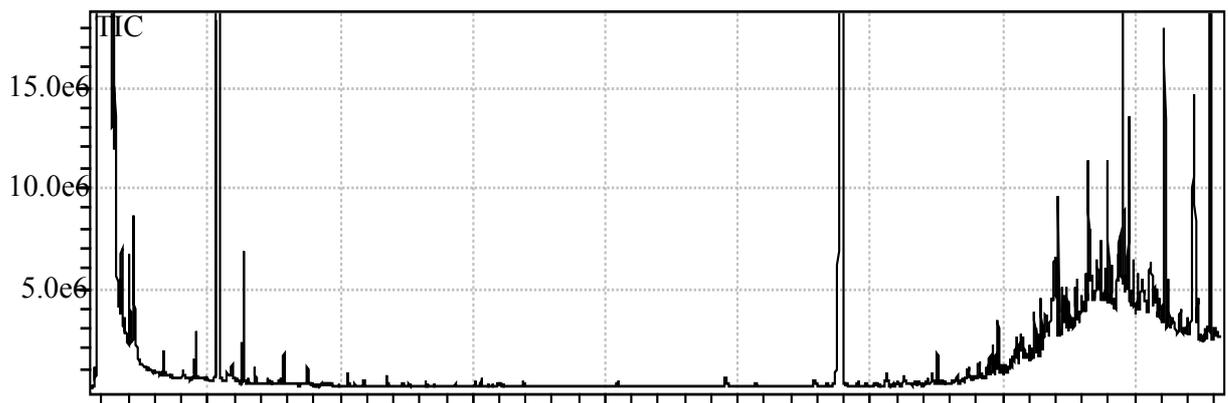
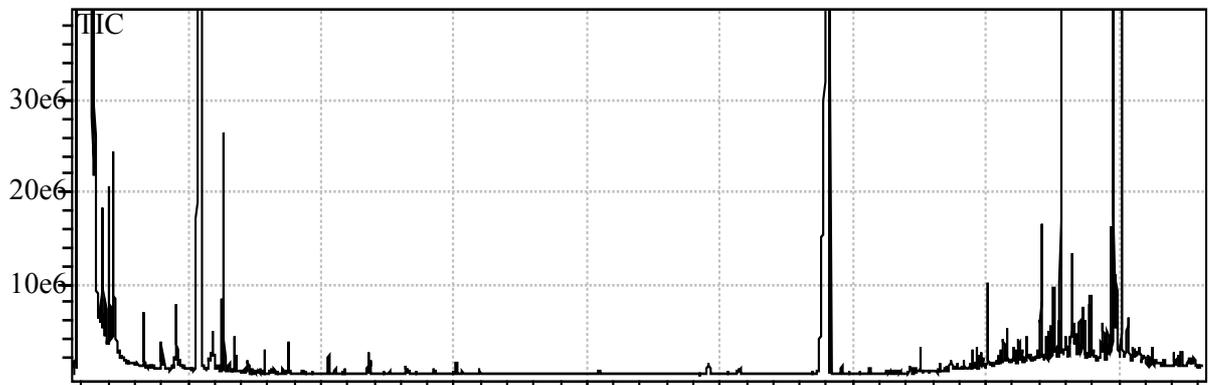
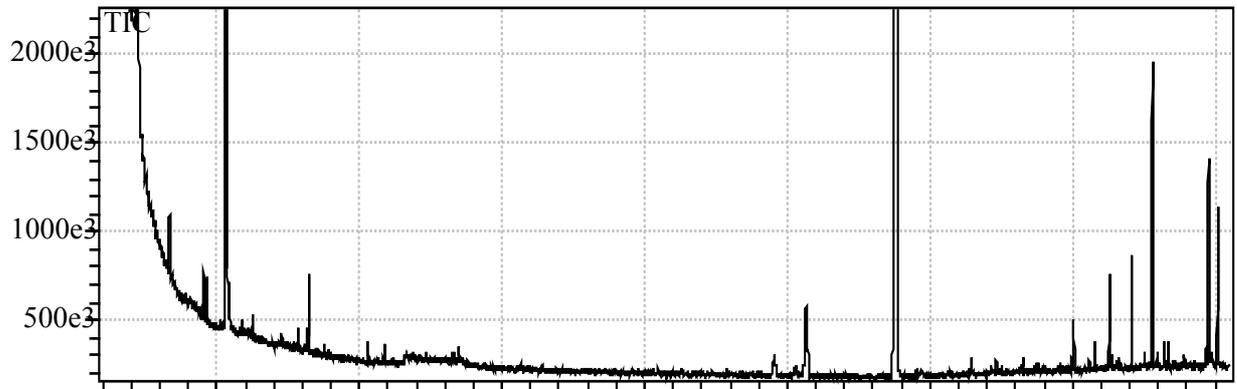
Observações _____

<u>Sabor característico</u>	<u>Sabor estranho</u>
9 – extremamente forte	9 – extremamente forte
8 – muito forte	8 – muito forte
7 – moderadamente forte	7 – moderadamente forte
6 – levemente forte	6 – levemente forte
5 – indiferente	5 – indiferente
4 – levemente fraco	4 – levemente fraco
3 – moderadamente fraco	3 – moderadamente fraco
2 – muito fraco	2 – muito fraco
1 – extremamente fraco	1 – extremamente fraco

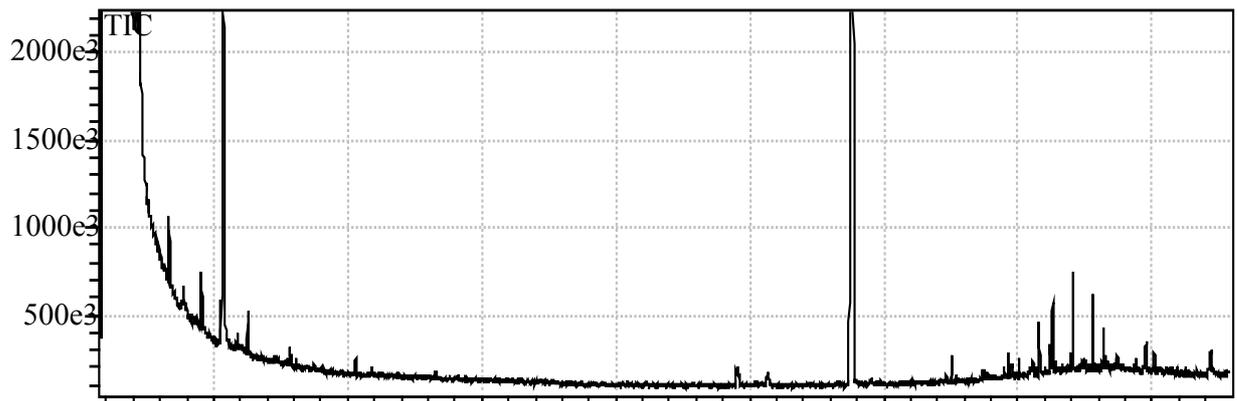
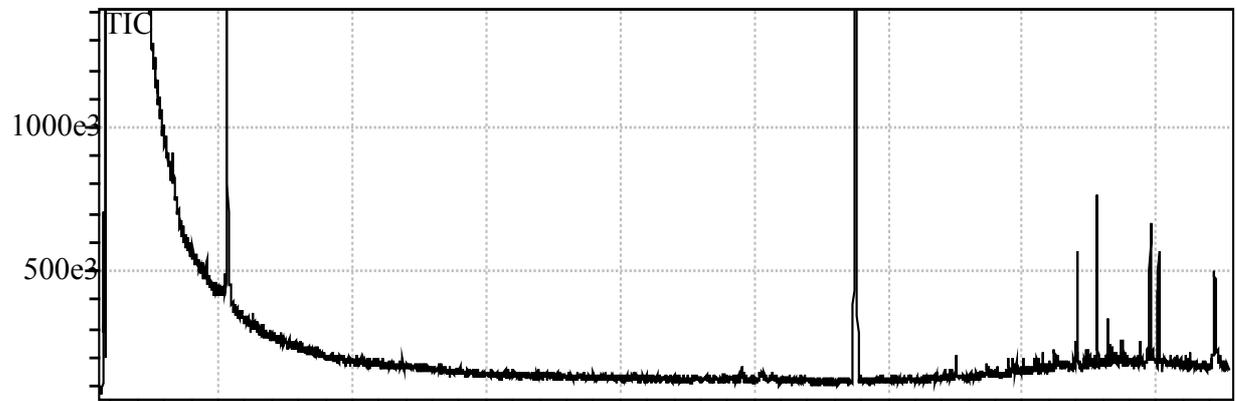
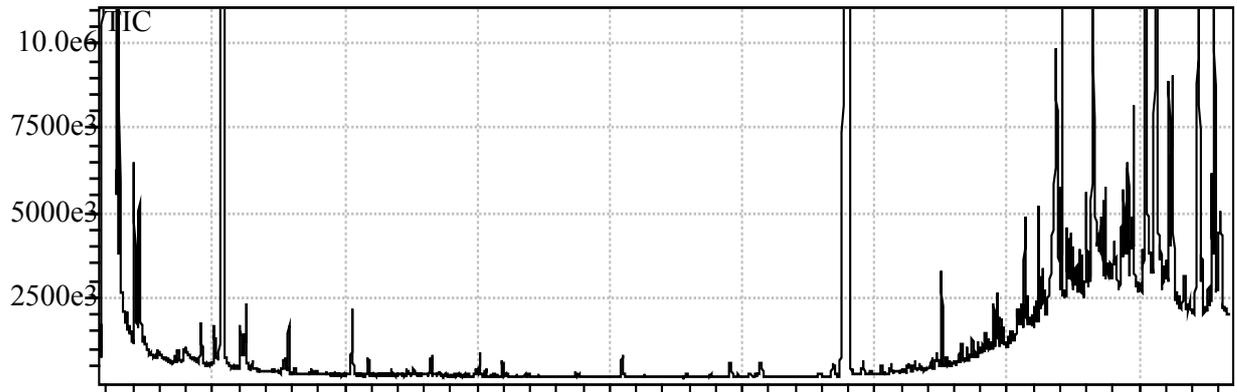
Amostras	Sabor característico	Sabor estranho
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Observações _____

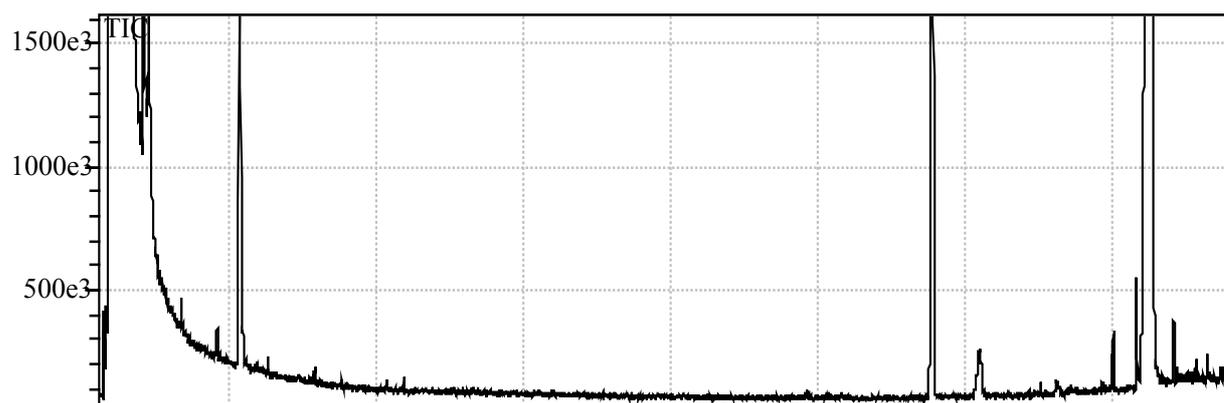
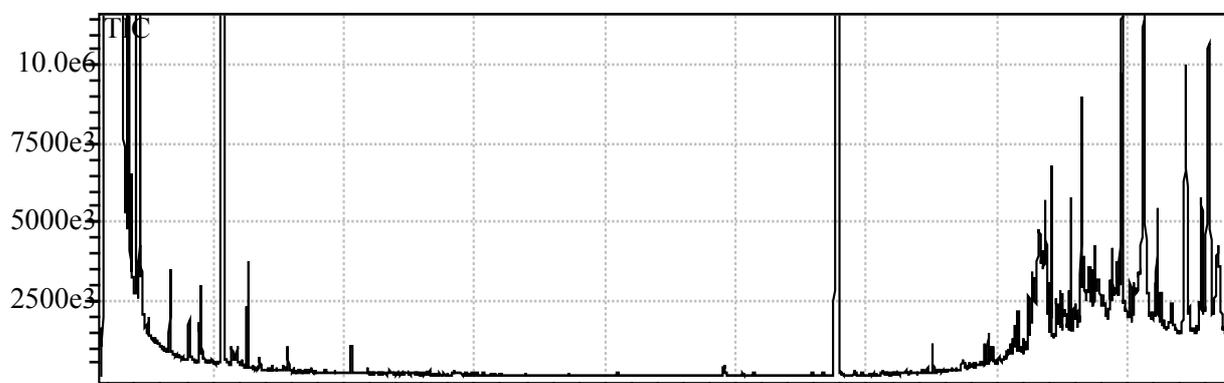
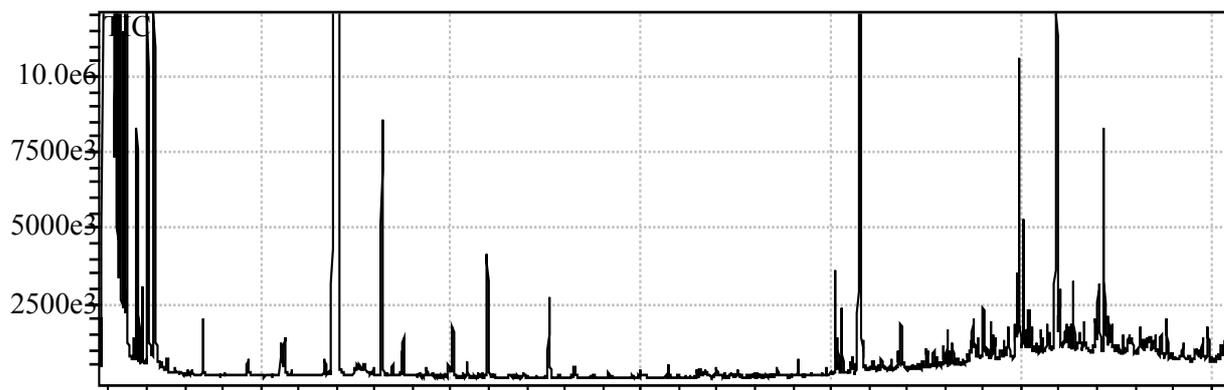
Muito Obrigado!



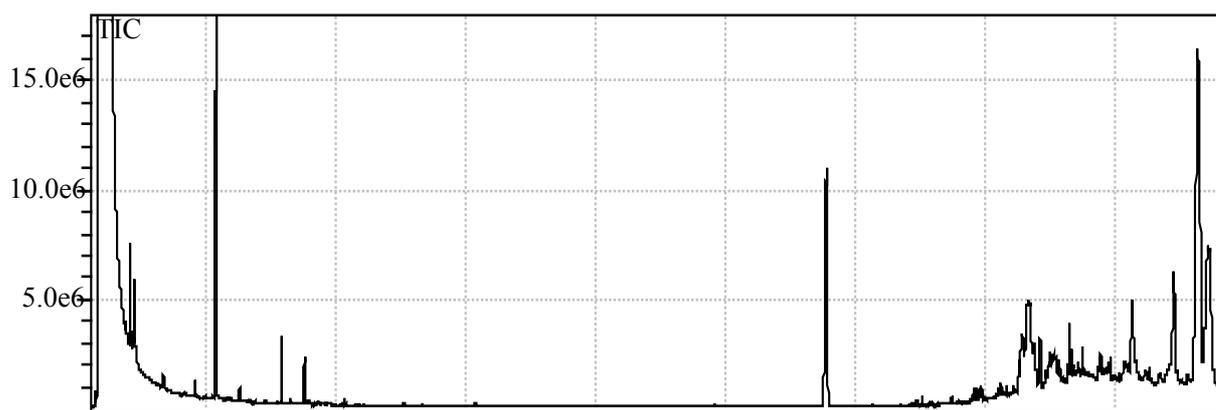
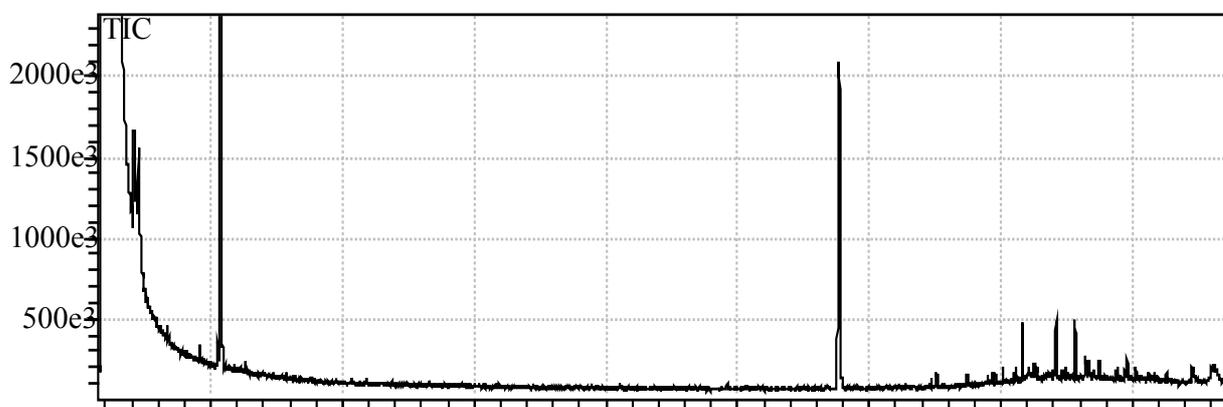
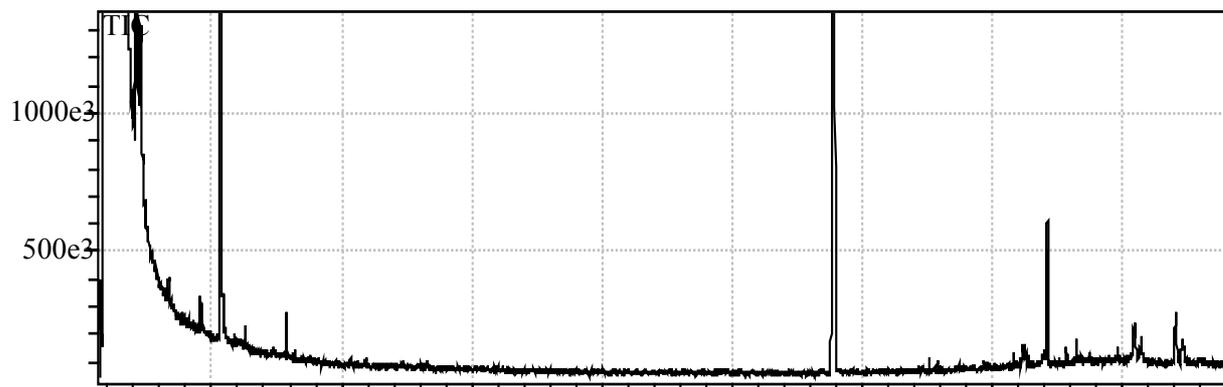
Apêndice 13 - Cromatogramas dos íons totais do leite das cabras Saanen, mantidas sem a presença do macho e sem higiene da ordenha



Apêndice 14- Cromatogramas dos íons totais do leite das cabras Saanen, mantidas sem a presença do macho e com higiene da ordenha



Apêndice 15 - Cromatogramas dos íons totais do leite das cabras Saanen, mantidas com a presença do macho e sem higiene da ordenha



Apêndice 16- Cromatogramas dos íons totais do leite das cabras Saanen, mantidas com a presença do macho e com higiene da ordenha

Apêndice 17 – Índice de retenção linear dos ácidos graxos C4:0 a C12:0

Ácido graxo	IR ^{1,2,3}
Ácido butanóico	725
Ácido hexanóico	941
Ácido heptanóico	1.119
Ácido octanóico	1.223
Ácido nonanóico	1.319
Ácido decenóico	1.425
Ácido undecenóico	1.480
Ácido dodecanóico	1.731

¹ University of Reading

² JENNINGS, W. G.; SHIBAMOYO, T. *Qualitative analysis of flavor and fragrance volatiles by glass capillary gas chromatography*. New York: Academic, 1980.

³ KONDJAYAN, N.; BERDAGUÉ, J. L. *A compilation of relative retentive indices for analysis of aromatic compounds*. Champanelle: Laboratoire Flaveur, 1996. 235p.